IL NUOVO CIMENTO

ANNO II.

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DA

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA	PER LA CHIMICA
A. CIMA *a Torino*	C. BERTAGNINI *a Pisa*
G. B. DONATI *a Firenze*	S. CANNIZZARO *a Genova*
R. FELICI *a Pisa*	S. DE LUCA *a Parigi*

Tomo III.

1856

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI—LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO I TIPOGRAFI—LIBRAI
FRATELLI NISTRI

SUI FENOMENI FISICI E CHIMICI DELLA CONTRAZIONE MUSCOLARE.

RICERCHE DI C. MATTEUCCI.

(*Prolusione al corso dei fenomeni fisici-chimici dei corpi viventi, letta il 10 marzo 1856*)

Allorchè, dodici anni or sono, io cominciava queste lezioni sentivo avanti tutto il bisogno di definirne il soggetto e di raccogliere tutti quegli argomenti i quali valessero a dimostrare, che uno solo è il metodo con cui tutti i fenomeni naturali devono essere studiati e che non si deve ammettere *a priori* alcuna distinzione assoluta fra i corpi organici e gl' inorganici e fra le forze che operano negli uni e negli altri. In quel tempo queste proposizioni contrastavano collo spirito delle opere più accreditate di Fisiologia nelle quali invece era stabilita come canone la lotta fra le forze fisiche e le vitali. Fortunatamente non è più così; la Fisiologia che si chiama oggi sperimentale solo per distinguerla dalla Fisiologia dei vitalisti che non fu e non poteva mai divenire una scienza, è oramai la sola che s' insegni e che progredisca via via assimilandosi ai nuovi trovati della Fisica e della Chimica. Nulladimeno considero ancora di qualche interesse di soffermarmi alcun poco sopra quello che credo il più valido fra gli argomenti generali intesi a dimostrare la verità di quelle proposizioni.

Questo argomento si aggira sulla definizione del metodo sperimentale e sopra il processo con cui, seguendó questo metodo, si perviene a spiegare un fenomeno naturale ed a creare una teoria

fisica. Per lo che non farò qui che ricordare alcune verità elementarissime ma che pur troppo furono spesso dimenticate nello studio della Fisiologia.

La Metafisica delle scienze fisiche, diceva Galileo, ***sta tutta nell'osservazione e nell'esperienza.***

Un fenomeno naturale è conosciuto e spiegato, allorchè dalla osservazione e dall'esperienza sappiamo le sue attinenze e le sue analogie con altri fenomeni, allorchè è determinata la sua relazione coi fenomeni che immediatamente lo precedono e con quelli che gli succedono per cui può sempre essere riprodotto nelle stesse circostanze e colle stesse conseguenze, allorchè in fine quella relazione è espressa rigorosamente con numeri. Questa relazione fra le varie parti di un processo naturale si dice una legge fisica. A misura che le analogie fra i fenomeni naturali si estendono o divengono più intime, cresce la generalità delle leggi fisiche, e diciamo che una teoria è formata allorchè un gran numero di fenomeni, di cui le analogie ci son note, è compreso sotto una legge sola la quale caratterizza quel *che*, che è chiamato forza o cagione comune dei fenomeni stessi. Il perfezionamento degl' istrumenti e quindi dell'arte di misurare, la scoperta di nuove e sempre più estese relazioni fra i fenomeni naturali, l'avanzamento delle Matematiche, ci conducono ogni giorno più a generalizzare le teorie fisiche, inalzandole a quel grado sublime a cui tendono, cioè a divenire dei teoremi di meccanica razionale. Il principio della causalità, costantemente avvertito dalla coscienza e che assumiamo, benchè non essenzialmente concepito dalla mente, ma come un resultato invariabile dell'esperienza, la quale insegna che le stesse cagioni producono sempre gli stessi effetti, quel principio ci spinge verso la cognizione più sublime a cui ci è dato di aspirare, che è quella delle ultime ed invariabili cagioni dei fenomeni naturali.

Queste definizioni elementari, che oggi sono note anche al più giovane scolare di Fisica, ci provano che le scienze naturali si compongono solamente di leggi e di teorie, le quali, in qualche caso caratterizzano la forza ultima ed invariabile che è considerata la cagione dei fenomeni, talvolta rappresentano la natura di questa cagione con un'ipotesi e spesso anche nulla ci dicono sulla natura intima delle forze.

Non avrei penuria d'esempi se volessi dimostrarvi la verità di

queste proposizioni, imperocchè non avrei che a passare in rivista quelle teorie fisiche che con ragione ammiriamo per la generalità ed il rigore delle spiegazioni.

Newton, il creatore della Fisica matematica, fondò la Meccanica celeste sulla scoperta della legge dell'attrazione universale; esso stesso però confessava in una delle sue celebri lettere a Bentley che non aveva alcuna idea *della natura di quella forza* e che gli sembrava assurdo di ammettere che un corpo potesse agire sopra un altro posto a distanza ed anche attraverso al vuoto.

La teoria delle ondulazioni luminose, che è il concetto più generale che oggi possediamo in Fisica e che un giorno forse potrà estendersi alla spiegazione di alcuni fenomeni del calore e della elettricità, si fonda sopra l'ipotesi di un fluido; attribuendo a questo fluido certe proprietà che l'esperienza non ha mai dimostrato e quindi applicando la legge dei movimenti oscillatori al movimento dell'etere, i fenomeni tutti della luce ricevono una spiegazione meccanica rigorosa.

La famosa teoria matematica del calore che spiega con tanta semplicità un gran numero di fenomeni e di cui le deduzioni si sono spinte sino a determinare i numeri che esprimono il raffreddamento seculare del nostro globo e la temperatura degli spazi planetari, nulla ci dice sulla natura di questa forza e si limita all'assunto che il calore è un fluido il quale si muove fra le molecole ponderabili con una velocità proporzionale alla differenza delle quantità di fluido che queste molecole contengono. Dopo tutto quello che sappiamo oggi sul calore raggiante, sulla relazione fra le quantità del calore e i pesi atomici, fra il calore e la forza viva e sugli effetti tanti e così svariati di questo agente, dobbiamo confessare che ben poco sappiamo della sua natura.

Potremmo anche aggiungere che un gran numero di fatti relativi alla propagazione dell'elettricità, i quali erano rimasti sino a questi ultimi tempi senza alcuna spiegazione, sono oggi collegati con una semplicità meravigliosa da una dottrina, che ha assunto per spiegare i movimenti dell'elettricità nei corpi quello stesso principio su cui abbiamo detto fondarsi la teoria del movimento del calore. Eppure gli effetti dell'elettricità e del calore sono ben distinti fra loro, e distinta pure deve essere la natura intima di quelle due forze: ma perchè una teoria fisica sia vera e

soddisfi allo scopo, cioè a spiegare un certo numero di fatti collegati sotto una legge elementare, non è necessario che sia pervenuta al maggior grado di perfezione e può conservare tutto il suo valore anche quando il progresso della scienza si sarà spinto tanto innanzi da caratterizzare la forza o la cagione dei fenomeni compresi sotto la teoria stessa.

Non lascierò finalmente questo argomento senza una parola sulle dottrine moderne della Chimica che chiamiamo organica e che è veramente la Chimica generale.

La scoperta dei radicali composti, la teoria dei tipi e delle sostituzioni, quella delle serie omologhe dei composti caratterizzati dalle analogie della composizione e delle proprietà fisiche e chimiche dei composti stessi, tutti questi grandi trovati della Chimica moderna i quali apparecchiano un nuovo ordinamento di quella scienza, nulla o ben poco c'insegnano sulla natura dell'affinità chimica di più di quello che si sapeva nel tempo di Lavoisier.

Bastano gli argomenti addotti a dimostrare che l'osservazione e l'esperienza solamente ci fanno conoscere le particolarità dei fenomeni naturali e le loro leggi, e che non abbiamo e non possiamo avere altra idea della natura delle forze o delle cagioni di quei fenomeni, se non quella che è contenuta ed espressa nelle leggi stesse.

Qual è, domando ora, la legge della forza vitale? Qual è la teoria fisiologica, fondata sopra tal legge che spieghi, non dirò con rigore, ma con qualche evidenza, le proprietà e le funzioni dei corpi viventi?

È impossibile di rispondere affermativamente a queste questioni, e la spiegazione di questa impossibilità procede manifestamente dallo aver assunto che quelle proprietà e quelle funzioni erano indipendenti dalle leggi generali della Fisica ed anzi in opposizione con esse.

Premesse queste regole elementari della Filosofia naturale consacreremo interamente questa prima lezione a percorrere con un rapido esame quelle proprietà e quelle funzioni dell'organismo che meglio dimostrano la verità fondamentale che abbiamo assunto, che cioè le leggi fisiche sole spiegano quello che oggi si spiega in Fisiologia e che i futuri progressi di questa scienza non possono attendersi che dall'applicazione appropriata delle leggi stesse a quei fenomeni fisiologici di cui ignoriamo ancora le particola-

rità. Nel tempo stesso riescirà opportuno questo esame per mettere in luce quelle teorie fisico-chimiche che sono oggi abbastanza avanzate per potersi utilmente applicare alla spiegazione dei fenomeni fisiologici, e varrà pure a mostrarvi le tante lacune che ancora rimangono.

Prendiamo quindi a considerare le principali funzioni della vita animale.

Tre sono gli atti che costantemente si compiono nel seno di un animale vivo. Essi sono;

1° L'introduzione nell'organismo di una quantità determinata di certe sostanze, che diconsi alimenti, e la loro trasformazione in sostanze liquide atte a mescolarsi col sangue e a penetrare nei tessuti dell'organismo, onde conservare l'integrità necessaria nelle proprietà fisico-chimiche di quel liquido e dei tessuti stessi.

2° L'azione dell'ossigene dell'aria sui materiali immediati del sangue e dei tessuti e le trasformazioni che ne conseguono.

3° Lo sviluppo del calore, dell'elettricità e della forza muscolare.

Consideriamo partitamente questi tre atti dell'organismo.

La struttura, che chiameremo capillare, di tutti i tessuti dell'organismo è evidentemente propria a spiegare la proprietà di cui sono dotati, di imbeversi dei diversi liquidi e vedremo descrivendovi le leggi della capillarità, come esse si applichino a spiegare alcune particolarità della funzione dell'assorbimento. Vedremo pure come spesso si verificano negli animali e nei vegetabili le condizioni di quel fenomeno fisico detto *endosmosi*, per cui due liquidi diversi separati fra loro da uno strato poroso si mescolano insieme in quantità molto disuguali. Questi effetti delle azioni molecolari, esaltati nell'organismo dalla grande divisione delle materie solide che agiscono sui liquidi e dalla grande estensione comparativamente al volume delle superficie attraenti, sono accompagnati da sviluppo di calore e da effetti meccanici, cioè dal movimento dei liquidi e anche da cangiamenti di composizione chimica, per cui possono chiamarsi con ragione effetti dell'affinità capillare. Si sa infatti che per questa affinità, certe dissoluzioni saline cangiano di composizione traversando alcune masse porose ed anche semplicemente mescolandosi all'acqua; non potremo perciò prescindere dal tener conto di questa forza allorchè cercheremo la cagione che tuttavia si rimane tanto oscura delle secrezioni.

Più notevoli e più importanti ancora per le applicazioni alla Fisiologia sono i così detti *fenomeni catalitici*, che in difetto di una teoria fisica soddisfacente possono comprendersi ancora sotto quella dell'affinità capillare.

Il passaggio delle sostanze albuminoidi introdotte nello stomaco dallo stato solido a quello di materie solubili, la saponificazione dei corpi grassi che avviene negli intestini, la trasformazione dell'amido prima in dextrina, poi in glucoso e finalmente in acido lattico, sono tanti casi di fermentazione. Conosciamo oggi le condizioni principali di questi fenomeni, le quali consistono in una certa temperatura e nella presenza di un corpo che si chiama fermento il quale è generalmente azotato e che acquista per il suo contatto coll'ossigene la proprietà di determinare alcune trasformazioni chimiche senza entrare in nuove combinazioni nè perdere le qualità di fermento. Vi è quindi per ogni fermentazione un particolare fermento; così nella saliva, nel succo gastrico, nell'umore pancreatico si trovano i fermenti adattati per la trasformazione della fecula, della fibrina e delle materie grasse. È notevole che lo stesso fermento passando per diversi stati, non anche ben determinati, possa divenire atto a diverse fermentazioni, lo che appoggia in qualche modo l'idea che la virtù dei fermenti risieda in certi movimenti molecolari i quali si propagano ai composti poco stabili su cui agiscono, quasi imitando i raggi luminosi di diverso colore che producono ora calore, ora azione chimica, ora fosforescenza secondo la diversa velocità delle loro molecole vibranti e la struttura del mezzo su cui operano.

Le teorie fisiche e chimiche che spiegano le funzioni della digestione e dell'assorbimento sono dunque ben stabilite e spetta alla Fisiologia sperimentale di applicarle alla interpretazione più rigorosa di tutte le particolarità di quelle funzioni.

Diciamo ora una parola della respirazione e delle trasformazioni chimiche che avvengono in un animale adulto di cui il peso rimane invariabile almeno per un certo periodo della vita. Grazie alle ricerche dei Chimici sappiamo oggi con esattezza quali sono i cangiamenti che avvengono nell'aria introdotta nell'atto della respirazione nei polmoni e messa così in contatto del sangue venoso: questi cangiamenti consistono in una certa quantità di ossigene assorbito dal sangue in sostituzione d'una quantità d'a-

cido carbonico che è esalato ed in leggiere modificazioni nella quantità d'azoto dell'aria, ora in più, ora in meno, che dipendono dal regime diverso a cui è soggetto l'animale.

Sappiamo pure quali sono i cangiamenti fisici che soffre il sangue nell'atto della respirazione e da lungo tempo l'esperienza ci ha insegnato a restituire al sangue venoso fuori dell'animale vivo i caratteri del sangue arterioso agitandolo o direttamente o attraverso ad una membrana col gas ossigene e a renderlo di nuovo venoso col contatto dell'acido carbonico.

La teoria fisica che s'applica a questi fenomeni della respirazione e che in parte può spiegarli, è quella che considera l'azione dei gas sui liquidi e dei gas disciolti nei liquidi sopra altri gas. Così è che nel modo stesso con cui l'acqua in cui è disciolto l'acido carbonico messa in presenza del vuoto o di un altro gas come sarebbe l'idrogene, abbandona l'acido carbonico ritenendone una porzione sola che è proporzionale alla pressione esercitata da quel gas sopra se stesso indipendentemente dagli altri gas presenti, anche il sangue cede i gas che sono in esso disciolti allorchè è messo nel vuoto o in un'atmosfera di gas idrogene. Esperienze analoghe hanno provato che appunto nel sangue arterioso l'acido carbonico è rispetto all'ossigene in una proporzione minore di quella in cui questi due gas sono nel sangue venoso. È adunque naturale di ammettere che in conseguenza di quella legge fisica avviene nel sangue venoso che traversa il tessuto polmonare il cambio dei due gas, ossigene ed acido carbonico. Su di che però avvertiremo che siam lungi dal possedere la teoria fisica della respirazione e che in vano si è tentato di perfezionarla fondandosi sopra la legge della diffusione dei gas soggetti ad una certa pressione, attraverso ad uno strato poroso; ed infatti nella teoria della respirazione conviene tener conto dello stato di dissoluzione dell'acido carbonico in un liquido sotto una pressione maggiore di quella a cui è soggetto l'ossigene e della presenza dell'azoto e spiegare, come non vi è differenza negli effetti chimici della respirazione, malgrado le grandi differenze di altezza e di pressione in cui si fa. Può quindi tenersi per molto probabile che l'ossigene, o in totalità o in parte almeno sia disciolto nel sangue nello stato di una debole combinazione sin qui non ben conosciuta, imperocchè col semplice cambio dei gas mal si spiegano le differenze di colore che avvengono nel

sangue e l'influenza esercitata da certi sali sopra questo cambiamento.

Quanto alle trasformazioni sofferte dal sangue e dai tessuti sotto l'influenza dell'ossigene le quali costituiscono il processo della nutrizione, è evidente che non possono consistere che in cangiamenti di composizione e che la Chimica sola può spiegarli. Ogni giorno più ci avanziamo verso questa meta e l'equazione che rappresenta il processo nutritivo degli animali di cui pochi anni addietro appena conoscevamo i termini estremi, cioè l'ossigene e gli alimenti da una parte, l'acido carbonico, l'acqua e l'urea dall'altra, questa equazione si perfeziona ogni giorno più colla cognizione dei termini intermedi e equivalenti. Molti sono gli esempi che potrei qui citarvi e di cui in seguito e a tempo opportuno ci occuperemo, di corpi che sotto l'azione dell'ossigene dei globuli del sangue arterioso si convertono in acido carbonico, in acido urico, in urea e che questa stessa trasformazione subiscono fuori dell'organismo messi nelle stesse chimiche condizioni: tal è il caso di certi corpi grassi, della fecula, del glucoso, dell'acido lattico e di tutti gli acidi vegetabili e della creatina dei muscoli. Anche le formule delle così dette materie neutre azotate, dell'albumina e della fibrina e degl'altri principii immediati dell'organismo, quantunque non rappresentino che le proporzioni relative degli elementi di cui sono formate, mostrano tuttavia la *possibilità* delle trasformazioni che avvengono per l'azione dell'ossigene nel processo della nutrizione e poichè ogni giorno le scoperte chimiche realizzano qualcuna di queste possibili trasformazioni, dobbiamo credere che non è lontano il tempo in cui saranno chiuse tutte le lacune che ancora rimangono.

Viene finalmente il terzo fra gli atti dell'organismo vivente che imprendemmo a studiare, allo sviluppo cioè del calore, dell'elettricità e della forza muscolare. Quale più intima e più perfetta analogia nella relazione fra le cause e gli effetti vi è in tutte le scienze Fisiche, di quella che passa fra una macchina a vapore o un motore elettro-magnetico e un animale vivo? Qual è il Fisico, che percorrendo uno qualunque dei quadri delle belle esperienze che oggi possediamo sugli effetti dell'inanizione, da cui è provato che il grasso, il sangue e il tessuto muscolare si sono quasi per intero consumati, mentre nulla hanno perduto la midolla spinale

e i filamenti nervosi, qual'è il Fisico che non paragonerebbe questo caso a quello di una pila di cui il circuito rimase chiuso per molto tempo e in cui lo zinco e il liquido acido sono scomparsi mentre si mantengono intatti i fili conduttori della corrente?

Sono tali e così importanti i progressi delle teorie fisiche moderne sullo sviluppamento delle forze naturali e sulle loro reciproche trasformazioni, che non possono ignorarsi da chi vuole spiegare la produzione del calore, dell'elettricità e della forza muscolare negli animali; nè io posso qui tacermi interamente sopra questi progressi.

Da lungo tempo la Meccanica prendendo a considerare gli effetti di quelle forze attrattive e repulsive di cui si è supposto che fossero dotate le molecole ponderabili dei corpi, ha assunto e dimostrato un certo numero di principii generali in qualche modo evidenti alla nostra mente per l'accordo della ragione col dettato costante dell'esperienza, come gli assiomi della Geometria; tali sono il principio delle velocità virtuali e quello della conservazione della forza viva. Che non è possibile d'immaginare una macchina o una combinazione qualunque di corpi dalla quale sia prodotto un lavoro utile o vinta una resistenza se non alla condizione di introdurre in questa macchina una quantità corrispondente di lavoro motore, che in una macchina, qualunque ne sia la complicazione, ciò che si guadagna in velocità si perde in forza e *vice-versa*, che in ogni macchina in moto il lavoro motore e il lavoro resistente, nello stesso tempo si agguagliano, sono tante verità generali che si possono assumere come assiomi della Meccanica razionale. Queste verità discendono tutte dal principio il più generale che è quello della conservazione della forza viva; questo principio stabilisce, che allorchè dei punti materiali si mettono in moto solamente per certe forze che essi esercitano l'uno sull'altro o che sono dirette contro centri fissi, la somma totale delle forze vive resta invariabile, tutte le volte che quei punti occupano le stesse posizioni relative, qualunque siano state le loro velocità e gli spazi percorsi nei tempi intermedi. Chiamando con alcuni Meccanici moderni, *tensione* o *energia potenziale*, la forza che tende a mettere in moto un punto materiale e *energia attuale* ciò che si è chiamato sin qui *forza viva*, si può dire in termini anche più generali, che il principio della conservazione della forza

è caratterizzato dall'essere costante e invariabile nell'universo la somma delle tensioni e delle forze vive.

Queste verità fondamentali erano però rimaste sino a questi ultimi tempi del dominio della Meccanica razionale ed è un grande perfezionamento della Fisica moderna di averne fatta o almeno tentata l'applicazione alla forza elastica del calore, all'elettricità e alle forze dei corpi viventi.

Concedetemi di esporvi qui brevissimamente i frutti veramente maturi di cui la scienza è già in possesso sopra questo argomento. Le esperienze originali di Joule e quelle più rigorose di Regnault hanno dimostrato che una massa gasosa dilatandosi in uno spazio vuoto senza produrre lavoro meccanico non soffre alterazione alcuna di temperatura, mentre invece la stessa dilatazione produce un determinato assorbimento di calore, allorchè genera un lavoro meccanico.

Le esperienze di Regnault hanno pure dimostrato che in una macchina a vapore in attività il calore comunicato all'acqua della caldaia non si trova integralmente nell'acqua raccolta nel condensatore. Sopra questi due fatti e sopra altri che sopprimo per non dilungarmi di troppo e perchè non così ben accertati, si fonda la così detta teoria dinamica del calore, nella quale si ammette la trasformazione del calore in forza viva e vice-versa, o piuttosto si considera il calore come un movimento delle molecole ponderabili. Senza arrestarci a discutere le probabilità di questa ipotesi contro la quale molte obiezioni si affacciano allo spirito e che fino ad ora non fu rappresentata dai Geometri stessi che l'hanno adottata con un concetto fisico plausibile, dobbiamo contentarci di sapere stabilito sopra un gran numero d'esperienze sufficientemente concordi fra loro che la quantità di calore, capace d'innalzare di un grado centigrado un chilogrammo d'acqua, può generare o essere sviluppata da una quantità di lavoro meccanico espressa da **423**, 542 chilogrammimetri.

Anche fra il calore sviluppato dalle azioni chimiche e il calore generato nel circuito di una pila fu scoperta una relazione che è conforme ai principii generali di meccanica che abbiamo accennato. Non è qui che posso passare ad esame tutte quelle ricerche e dirvi dei modi sperimentali con cui quella relazione fu scoperta: mi contenterò di riferirvi le conclusioni delle esperienze del signor

Favre sopra questo argomento che sono le più recenti e le più rigorose. Queste conclusioni sono;

1° Che la quantità di calore sviluppata dal passaggio della corrente elettrica in un circuito voltaico qualunque è rigorosamente complementaria di quella che è svolta nel seno della pila; queste due quantità compongono una somma che è uguale al calor totale che sarebbe generato dalla stessa reazione chimica della pila indipendentemente da qualunque corrente elettrica.

2° Che nelle decomposizioni chimiche operate dalla corrente elettrica è assorbita quella stessa quantità di calore che si richiede allorchè quelle decomposizioni sono l'effetto di cagioni diverse dall'elettricità. Il calore impiegato nella decomposizione elettro-chimica è sempre una porzione del calor totale svolto dall'azione chimica della pila. Può quindi considerarsi la corrente elettrica come un modo di trasmettere nelle diverse parti di un circuito voltiano quelle forze di affinità e di calore che sono generate dalle azioni chimiche della pila.

Facciamo ancora un ultimo passo onde collegare sotto questi principii il poter meccanico dell'elettricità. Disgraziatamente sopra questo punto le esperienze non sono abbastanza complete e rigorose: tuttavia possiamo ritenere per dimostrato che allorchè una massa metallica o una spirale metallica chiusa, ruotano fra i poli di una calamita, il lavoro meccanico necessario per mantenere questo movimento rotatorio è maggiore di quello che occorrerebbe se la calamita non esistesse o se la spirale fosse aperta, per cui il lavoro così detto resistente sarebbe limitato agli attriti e alla resistenza dell'aria. Si sa pure che le correnti indotte nella spirale per la sua ruotazione riscaldano la spirale stessa e Joule ha trovato con una sufficiente esattezza che la quantità di calore così prodotto corrisponde secondo l' equivalente dinamico del calore all'eccesso del lavoro meccanico impiegato, e quindi alle forze elettro-magnetiche che si svegliano fra la calamita e le correnti indotte nella spirale. In tal guisa l'induzione elettro-magnetica diviene il modo con cui il calore e la forza viva possono reciprocamente trasformarsi nelle macchine elettro-magnetiche e quantunque si difetti ancora di esperienze dirette e rigorose, si può ritenere come molto probabile che in un motore elettro-magnetico l'azione chimica della pila sviluppi sempre la stessa quantità

di calore, la quale può manifestarsi o interamente coll'innalzamento di temperatura del circuito o in parte col riscaldamento, e in parte in lavoro meccanico secondo l'equivalente dinamico del calore. Un esperimento ideale che vorremmo vedere realizzato rappresenterà chiaramente queste conseguenze. Supponiamo di avere tre pile simili, di cui i circuiti sieno scelti in modo che la corrente abbia in tutti la stessa intensità: il primo dei circuiti sia formato interamente da un filo metallico, il secondo da un filo metallico interrotto da uno strato d'acqua che sarà decomposta dalla corrente e il terzo comprenda un motore elettro-magnetico di cui tutto il lavoro meccanico dovrebbe consistere nel far muovere una ruota a pale in mezzo ad una massa fluida limitata onde per l'attrito generare calore.

Supponiamo ancora che ognuno di questi circuiti colla sua pila sia chiuso in un calorimetro e che finalmente un artificio fisico o chimico non impossibile ad effettuarsi, accenda il miscuglio gasoso che si viene via via formando nel secondo circuito e di nuovo lo converta in acqua. Secondo i principii esposti, che come già lo dissi, sono in gran parte dimostrati dall'esperienza, dovrà trovarsi la stessa quantità di calore raccolta nei tre calorimetri.

Riassumiamo dunque colla maggior possibile generalità queste importanti conclusioni, che formano forse il più grande progresso della Fisica moderna, perchè collegano la scienza tanto oscura degli imponderabili coi principii della Meccanica razionale. Nella macchina a vapore come nei motori elettro-magnetici, per la forza elastica del vapore come per le azioni elettriche, le combinazioni chimiche sono sorgenti di calore e di forza viva; questi due effetti possono rappresentarsi l'uno per l'altro, tanto che una data azione chimica può essere misurata o in unità di calore, cioè in tanti chilogrammi d'acqua di cui la temperatura è innalzata di un grado centigrado o in un numero equivalente di chilogrammi sollevati all'altezza di un metro; in ogni chimica combinazione si consuma una quantità determinata di tensione o di energia potenziale e si genera invece calore e forza viva: in quei casi in cui vediamo effetti meccanici o calorifici molto grandi generati da forze o da cagioni evidentemente troppo piccole in confronto, come sarebbero l'accensione di una gran quantità di polvere o di miscuglio gassoso esplosivo per effetto di debolissime scintille o gli urti

prodotti dalla caduta di un grave il quale era in equilibrio instabile e che è stato messo in moto da un piccolissimo colpo, conviene tener conto delle forze chimiche o delle forze attrattive e repulsive preesistenti, che quella prima cagione esteriore ha solamente eccitato, ed applicare ad esse i principii della trasformazione delle forze.

Qual più intima e più perfetta analogia nella relazione fra le cause e gli effetti, ripetiamolo ancora, di quella che regna fra una macchina a vapore o un motore elettro-magnetico e un animale vivo?

Vedremo, studiando particolarmente la produzione del calore negli animali, come questa funzione, tanto diversa d'intensità nei diversi animali s'accordi sempre coll'attività della funzione respiratoria o più rigorosamente colla quantità d'ossigene che è assorbita in un dato tempo dall'unità di peso dell'animale. Secondo che questa unità si considera in animali molto diversi fra loro di peso e di volume e quindi per l'estensione della superficie del loro corpo esposta alle cagioni di raffreddamento, secondo che è varia la temperatura del mezzo in cui l'animale vive, secondo che questo mezzo è più o meno atto a propagare il calore dell'animale all'esterno, secondo che le sostanze di cui l'animale si nutre richiedono una quantità diversa di ossigene per essere bruciate e convertite in acido carbonico e in acqua, sempre, in tutti questi casi, l'esperienza ha dimostrato che l'attività della funzione respiratoria corrispondeva colla *temperatura propria* dell'animale.

Si è tentato più volte di convertire questa relazione intima e costante in un rapporto espresso numericamente: conoscendo le quantità di calore sviluppate dall'ossigene impiegato a bruciare carbonio e idrogene in un calorimetro, si era sperato di rinvenire queste stesse quantità nella combustione respiratoria e in qualche caso questo accordo, o piuttosto questa identità fu verificata dall'esperienza. Bastava però di considerare che noi ignoriamo ancora lo stato in cui sono l'idrogene ed il carbonio che si combinano all'ossigene negli animali, che spesso nelle esperienze la respirazione non si compie colla stessa integrità come nell'animale libero, per cui anche la temperatura del suo corpo non si conserva la medesima e che nei calcoli fatti si considerano come tessuti vivi anche la pelle, i peli, le penne, cioè delle sostanze

chè certamente non si combinano all'ossigene, per convincersi che la teoria del calore animale non poteva, almeno nello stato presente delle nostre cognizioni, esser sottoposto ad una prova cosi rigorosa e che malgrado ciò essa nulla perdeva della sua essenziale verità.

Ci rimane a dire della contrazione muscolare. Dacchè i principii sperimentali su cui vedemmo fondarsi la così detta teoria dinamica del calore, sono penetrati nella scienza, dacchè si ammette generalmente che le azioni chimiche sono nella macchina a vapore come in un motore elettro-magnetico, le sorgenti di forze diverse che si trasformano in quantità meccanicamente equivalenti fra loro, l'idea antica che la forza muscolare è in rapporto coll'attività dei processi nutrativi, dovea necessariamente prendere una maggiore consistenza.

Sino dall'anno 1844, cioè nell'epoca in cui queste lezioni sui fenomeni dei corpi viventi furono fatte per la prima volta, io paragonavo la quantità di carbonio che si doveva bruciare sotto la caldaia di una locomotiva per trasportare un uomo per un certo numero di miglia a quella che lo stesso uomo avrebbe consumato in alimenti e convertito in acido carbonico nello stesso tempo, producendo la stessa quantità di lavoro. Nasceva da questo confronto certamente incompleto la conseguenza che la macchina animale era molto *più utile* delle macchine a vapore e dei motori elettro-magnetici. Noi sapevamo anche per le esperienze celebri di Lavoisier e di Seguin che l'uomo in riposo assorbe una quantità di ossigene che è molto minore di quella che è assorbita allorchè quell'uomo è impiegato ad innalzare un peso ad una certa altezza. Questa esperienza fu in seguito da tanti osservatori variata prendendo a considerare non solo gli animali superiori ma i rettili e anche gl'insetti e si giunse sempre alla conclusione che allorquando il movimento del corpo e la funzione dei muscoli crescevano di attività anche la temperatura del corpo s'innalzava e nel tempo stesso i processi chimici della respirazione divenivano più intensi. Si è aggiunto in questi ultimi tempi da Lehman che l'esercizio muscolare aumenta la proporzione dell'urea e diminuisce quella dell'acido urico delle urine: poichè l'urea corrisponde a un grado d'ossidazione maggiore delle materie albuminoidi rispetto all'acido urico, l'aumento dell'urea sotto l'esercizio muscolare signi-

ficherebbe una maggiore attività del processo chimico della respirazione. Non voglio finalmente lasciarvi ignorare una bella e recente esperienza di Brown-Seguard la quale prova che iniettando il sangue arterioso nei vasi di un membro di cui i muscoli hanno perduto la facoltà di contrarsi, quel sangue traversa senza alcun cangiamento i vasi capillari, mentre poi la sua alterazione che è quella che avviene nello stato di vita, va crescendo a misura che i muscoli ripigliano la loro irritabilità, per cui vedesi alla fine il sangue escire dalle vene col colore scuro proprio del sangue che ha traversato i tessuti e che ha servito alla nutrizione.

Evidentemente però tutte queste analogie e deduzioni quantunque armonizzanti fra loro, non contengono la prova diretta dell'azione chimica associata alla contrazione muscolare e molto meno ci danno la misura di quest'azione chimica e della relazione numerica dei due fenomeni; ed è appena necessario di aggiungere che secondo i principii della teoria dinamica del calore sembra difficile di concepire come il calore e la forza muscolare possano crescere nel tempo stesso ciò che sappiamo realmente accadere nell'animale che si mette in movimento. Sono contento di potervi dire che questa grande lacuna non esiste più e di essere in grado di descrivervi un certo numero di fatti bene accertati i quali dimostrano e misurano i fenomeni chimici e fisici della contrazione muscolare. Concedetemi alcuni momenti d'attenzione per esporvi i resultati principali a cui sono giunto dopo una lunga serie di studi recentissimamente fatti sopra questo argomento, nella speranza che saprò difendermi della compiacenza, pur troppo naturale, di esser più lungo e minuto di quello che sarebbe necessario, nella esposizione delle proprie esperienze.

Nell'anno **1844** cioè nell'epoca in cui mi occupava con molta attività di ricerche d'elettro-fisiologia, tentai alcune esperienze onde determinare la quantità di lavoro muscolare che è prodotta da una certa quantità di zinco ossidato nella pila e di cui la corrente è impiegata ad eccitare i nervi e quindi a produrre la contrazione. Queste esperienze che io confessavo essere imperfettissime e di cui evidentemente le difficoltà sono grandi, fra le quali metterò per prima quella di determinare con un certo rigore il tempo necessario perchè la corrente ecciti un nervo, poichè non v'è chi ignori che la corrente elettrica eccita il nervo solamente al principio e alla fine del suo passaggio, queste esperienze, dico, conducevano nulla

di meno ad una verità che nòn è stata mai contradetta, che cioè la quantità di azione chimica e quindi di elettricità che può eccitare il nervo è estremamente piccola e molto più piccola di quella che nelle macchine a vapore e nei motori elettro-magnetici sarebbe atta a produrre la stessa quantità di lavoro meccanico. Cercai in seguito di rendere quelle esperienze meno inesatte sostituendo alla ruota d' interruzione con cui avevo cercato da primo di render molto piccolo il tempo del passaggio della corrente che eccitava il nervo, un apparecchio nel quale il passaggio della corrente per il nervo non durasse che il tempo necessario a mettere i muscoli in contrazione, lo che accadeva facendo interrompere il circuito al muscolo stesso appena entrava in contrazione: volli anche misurare col noto disco rotante e affumicato che Watt e il generale Morin hanno applicato alle macchine a vapore, qual era il tempo che il muscolo impiegava a contrarsi e quello necessario per riprendere la sua forma e quindi la somma di questi due istanti, che è di circa $^1/_8$ di secondo, almeno pei primi 10 o 15 minuti di eccitazione dopo la preparazione del muscolo. Da queste esperienze che il signor Helmholtz ha in seguito molto estese e perfezionate, e soprattutto dal vedere che una scarica della bottiglia di Leida di cui la carica non può essere scorta dall'elettrometro il più delicato, basta nulladimeno ad eccitare la contrazione come avrebbe fatto una grossa scarica, ero sempre più indotto a credere che era molto maggiore del vero quel numero da me trovato e che si può chiamare l'*equivalente elettro-chimico della forza nervosa*, cioè che meno ancora di tre milligrammi di zinco ossidati nella pila e impiegati a sviluppare una corrente che eccita i nervi di una rana bastano a produrre un lavoro muscolare misurato di 5,5419 chilogrammi metri, come lo avevo creduto in quel tempo.

M'indussi quindi a riprendere questo studio proponendomi principalmente di determinare il tempo *limite* che è necessario per il passaggio di una corrente in un nervo vivo onde questo nervo sia eccitato e svegli la contrazione corrispondente del muscolo. Ho usato perciò un metodo poco diverso da quello immaginato da Pouillet per la misura degl'intervalli piccolissimi di tempo col mezzo della corrente.

Supponete di prendere una ruota di 6 in 7 metri di circonferenza e di applicare sopra un suo raggio una striscia metallica

larga un millimetro; comunicando alla ruota una velocità uniforme che può variare fra 2 e 3 giri ed anche salire a 4 giri per secondo, s'intende facilmente che il tempo impiegato dalla circonferenza della ruota a percorrere un arco di un millimetro è piccolissimo ma pure misurabile con rigore. Mentre la ruota è in movimento le due estremità di un circuito in cui entra la rana che si deve contrarre e una pila, sono portate in contatto dell'orlo della ruota stessa, per cui il circuito rimane chiuso per l'istante in cui le due molle toccano la striscia larga un millimetro. Questo istante è stato così misurato e trovato di circa $^1/_{10000}$ di secondo colla velocità di 3 giri. D'altra parte la rana essendo come al solito preparata e fissata in un dinamometro si può con sicurezza riconoscere se la corrente che è passata per i nervi in quel tempo piccolissimo è stata sufficiente a sviluppare la contrazione normale della rana preparata, come avrebbe potuto fare una corrente molto più intensa e di una durata maggiore. Devo ora aggiungere che ho misurata rigorosamente la quantità di zinco che si era ossidata in quella pila, formata di zinco amalgamato e di platino immersi nell'acqua di pozzo e di cui il circuito era stato chiuso per un tempo molto lungo: s'intende facilmente come facendo passare la corrente in una soluzione di nitrato d'argento liquido che è anche miglior conduttore dei muscoli della rana, si giunge con sicurezza a conoscere la quantità di zinco che si è ossidata in quel piccolissimo intervallo di tempo.

Resulta di queste esperienze che se il circuito di quella pila resta chiuso per $^1/_{10000}$ di secondo, si ottiene l'eccitazione del nervo e quindi la contrazione normale, ciò che significa che una durata anche minore occorre per ottenere quell'effetto. In quel tempo, cioè in $^1/_{10000}$ di secondo si sono ossidati nella pila 7 bilionesimi di milligrammo di zinco: per quanto questo numero sia piccolo si può esser certi che è stato determinato con esattezza.

Intanto dai numeri trovati da me e da Helmholtz con esperienze che inspirano fiducia, si sa quale è il lavoro meccanico corrispondente ad una contrazione di un gastrocnemio di una rana e si può paragonare questa quantità di lavoro a quella che la stessa quantità di zinco avrebbe prodotto prendendo l'equivalente meccanico del calore trovato da Joule, e supponendo che nella nostra esperienza tutto lo zinco che si ossida si converta in forza

muscolare. Questo confronto, del quale ho voluto esporvi il processo, forse con troppo dettaglio, conduce ad una conclusione che ha teoricamente una grande importanza, cioè che la quantità di zinco che sotto forma di corrente basta ad eccitare il nervo ed a produrre così una certa quantità di lavoro muscolare, è circa 27 mila volte più piccola di quella che resulta secondo i principii della teoria dinamica del calore.

Questo resultato, che è dedotto da esperienze esatte e facili a ripetersi, anche più di tutte le considerazioni generali che vi ho già accennate sopra la necessaria associazione di una maggiore attività nel processo respiratorio colla intensità dell'esercizio muscolare, faceva presentire che un'azione chimica doveva accadere necessariamente nel seno del muscolo nell'atto della contrazione e induceva a sperare che si sarebbe potuto misurare il rapporto di quei due fenomeni.

Ecco appunto il soggetto delle mie ultime ricerche di cui mi limito ad accennarvi le principali conseguenze evitando la descrizione minuta dei processi esperimentali che devono far parte di uno scritto apposito.

Prima di dirvi dei fenomeni chimici che accompagnano la contrazione muscolare è giusto che v'intrattenga brevemente sull'azione che esercita il tessuto muscolare preso subito dopo la morte della rana sopra un volume d'aria limitato in cui è tenuto per un certo tempo. Questo soggetto di cui per il primo si è occupato il nostro Spallanzani nelle sue celebri esperienze sulla respirazione è stato anche recentemente studiato da due naturalisti di Germania, che sono il giovane Liebig e l'illustre fisiologo di Berna, il sig. Valentin. Non avendo che una cognizione imperfetta delle loro esperienze ho dovuto ripeterle e variarle onde così prepararmi allo studio che mi proponevo sulla contrazione muscolare.

Vi descriverò brevissimamente i resultati delle esperienze fatte sui muscoli delle rane, che sono i soli sui quali ho potuto sperimentare, volendo agire sopra quel tessuto allo stato di vita e finchè è dotato di un certo grado di irritabilità e non potendo per ciò servirmi dei muscoli dei mammiferi o degl'uccelli i quali dopo la morte dell'animale perdono in pochi minuti quella facoltà.

Un muscolo messo in un spazio limitato d'aria assorbe una certa quantità d'ossigene ed esala una certa quantità d'acido carbonico;

se l'esperienza non è molto prolungata il volume totale dell'aria non soffre generalmente che una piccola diminuzione e l'analisi fa vedere che l'ossigene assorbito è in un eccesso variabile sopra l'ossigene dell'acido carbonico esalato. Questa azione, che per brevità chiamerò d'ora innanzi *respirazione muscolare* è accresciuta facendo assorbire alla potassa o all'acqua di calce che si mettono nella boccia in cui sono i muscoli, l'acido carbonico che via via è esalato. L'intensità di quella respirazione diminuisce dentro certi limiti in proporzione del tempo scorso dopo la morte dell'animale; non è però vero, come qualche osservatore lo aveva creduto, che la respirazione cessi spenta che sia l'irritabilità, e le esperienze molte ed estese di Valentin e le mie dimostrano che i fenomeni chimici prodotti dal muscolo sull'aria persistono molto tempo dopo che il muscolo ha cessato di contrarsi sotto l'azione degli stimoli. Se il muscolo è tenuto nell'ossigene puro per un tempo non molto lungo dopo la morte, l'acido carbonico esalato è poco diverso e appena maggiore di quello che si produce nell'aria; prolungando l'esperienza per alcune ore la differenza diviene maggiore, cioè cresce la quantità d'acido carbonico esalato nell'ossigene, sopratutto se si opera in presenza della potassa. Nel gaz idrogene l'esalazione dell'acido carbonico avviene da principio colla stessa intensità che nell'aria, ma non tarda a diminuire e usando muscoli che sono stati tenuti per un certo tempo nel vuoto, l'acido carbonico esalato diviene molto minore senza però cessare interamente. Ho misurata la quantità d'ossigene assorbito e quella dell'acido carbonico esalato da muscoli presi subito dopo la morte dell'animale, privati per quanto si può di sangue e tenuti in esperienza per un tempo molto breve, che fu nel maggior numero dei casi dai 10 ai 30 minuti e poche volte per un'ora, ed i resultati a cui son giunto s'accordano con una esattezza che non può sperarsi maggiore in ricerche di questa natura con quelli ottenuti dai sigg. Regnault e Reiset nelle loro esperienze sulla respirazione delle rane, ciò che dimostra direttamente e forse meglio che non si era potuto fare fin qui, che specialmente in questi animali, i fenomeni della respirazione sono dovuti quasi interamente alla respirazione muscolare, e mi sembra fornire una prova di fatto della teoria oggi generalmente abbracciata della respirazione, considerata come effetto del processo chimico di tutta la nutrizione. La

respirazione muscolare è soggetta a grandi variazioni secondo che si opera sopra rane prese ad epoche diverse dal momento in cui sono state pescate e perciò sottoposte all'inanizione: a misura che l'inanizione si prolunga decrescono pure gl'effetti della respirazione muscolare. Noterò finalmente che usando muscoli delle rane uccise coll'acido idro-solforico o coll'acido solforoso, mezzi che agiscono potentemente per distruggere l'irritabilità, si trova la respirazione muscolare molto indebolita.

Premesse queste cognizioni che ci erano indispensabili, ecco il risultato che con una lunghissima serie d'esperienze ho stabilito e che può riassumersi in poche parole: *nell'atto della contrazione diviene più intenso il processo chimico della respirazione muscolare.*

Io non resisto qui al desiderio di mostrarvi se non la più rigorosa delle esperienze con cui si dimostra e si misura questo fatto, quella che basta a renderlo evidente e che può essere eseguita nel tempo di una lezione.

Metto in ognuna di queste due boccie cilindriche eguali un dato volume di acqua di calce ordinaria, cioè circa 10 cc e immediatamente dopo v' introduco cinque rane fresche e recentemente preparate alla maniera che si suol dire del Galvani, cioè ridotte al bacino e alle membra inferiori. In una delle boccie le cinque rane sono sospese ad altrettanti uncini di filo di ferro fissati al turacciolo di sughero; nell'altra boccia il turacciolo è traversato da due fili di ferro ripiegati orizzontalmente alla distanza di 10 o 15 millimetri fra loro e le rane sono infilate in questi fili attraverso al loro bacino. Non ho che a mettere in comunicazione i capi esterni di quei due fili colle estremità di un piccolo apparecchio elettro-magnetico, come è quello ben noto di Froment e a chiudere il circuito di questo apparato con una o due piccole copie alla Daniell, per svegliare delle contrazioni violentissime nelle rane. Continuo l'esperienza per sei, otto, dieci, dodici minuti al più, cioè per il tempo che le contrazioni continuano ad essere gagliarde: a quest'effetto è bene di non chiudere il circuito altro che ad intervalli che devono essere brevissimi nei primi minuti, due o tre per secondo e poi via via crescere onde dare ai muscoli un certo riposo. Passato il tempo prefisso, levo le rane e chiudo le bocce ermeticamente ed agito l' acqua di calce. Una differenza manifestissima si scorge subito fra i due liquidi, cioè molto torbida è

l'acqua di calce nella boccia in cui le rane si sono contratte mentre si vede limpida o appena imbiancata l'acqua di calce nell'altra boccia; in ambedue il precipitato è solubile con un eccesso d'acido carbonico. Per avere una qualche misura, benchè assai imperfetta della differenza dei due precipitati, filtro rapidamente i liquidi che sono sempre alcalini e determino il numero delle goccie di una soluzione d'acido idroclorico necessario per neutralizzarli; è evidente che richiede meno acido quello in cui si formò in maggior quantità il carbonato di calce. Potremo anche scoprire la differenza nella composizione dell'aria senza togliere le rane cioè aprendo le boccie sotto l'acqua o sotto il mercurio onde raccogliere separatamente i gas per poi analizzarli. Un'analisi eudiometrica che è finita in meno di un'ora ci proverebbe che nella boccia in cui le contrazioni ebbero luogo vi è una quantità d'ossigene minore che nell'aria dell'altra boccia.

Immaginerete ora facilmente come questa stessa esperienza può esser condotta con maggiore esattezza e dare dei risultati sufficientemente rigorosi, se invece di metter le rane preparate nelle boccette, si collocano dentro due campane di vetro graduate rovesciate sul mercurio. Allora si determina il volume dell'aria prima di mettere le rane, si mettono le rane, si fanno indi contrarre in una campana sola e non nell'altra, poi si tolgono le rane, si misura di nuovo il volume dell'aria, e si termina l'esperienza coll'analisi ordinaria cioè assorbendo l'acido carbonico con un pezzo di potassa lasciato per 12 ore nella campana e indi determinando l'ossigene del gas residuo o per mezzo del fosforo o coll'eudiometro a mercurio.

Non sto qui a descrivere i modi diversi con cui ho ripetuta e variata questa esperienza fondamentale e le precauzioni osservate per condurla colla maggiore esattezza che mi è stata possibile. Onde abbiate un'idea meno incompleta di queste esperienze mi limito a riferirvi i risultati numerici ottenuti in una di esse.

Cinque rane preparate nel modo descritto e che pesavano $34^{gr.}300$ lasciate per un'ora nella campana in un volume d'aria di circa 80^{cc} e rimaste in riposo assorbirono $1,^{cc}075$ a 0^{o} e $0^{m}\ 760$, cioè $0,^{gr}\ 00152$ d'ossigene ed esalarono $0,^{cc}\ 907$ pari a $0,^{gr}\ 00178$ d'acido carbonico. Altre cinque rane che pesavano $34,^{gr}\ 200$ fatte contrarre nei modi descritti per dieci a venti minuti cioè rinnovando di

tanto in tanto il passaggio della corrente e lasciate come le altre per un'ora in un egual volume d'aria assorbirono 2,cc 723 cioè 0,gr 00386 d'ossigene ed esalarono 2,cc 508 pari a 0,gr 00494 di acido carbonico. In ambedue le campane il volume dell'aria è rimasto sensibilmente lo stesso che prima dell'esperienza. Proseguendo per un tempo più lungo a tener le rane sotto la campana si osserva una diminuzione del volume totale dell'aria la quale nel maggior numero dei casi risultò maggiore nel vaso in cui i muscoli stavano in riposo; frequentemente, sotto la influenza dei muscoli in contrazione il volume dell'aria, se l'esperienza fu corta, mostrò anzi di aver provato un piccolo aumento.

Mi è impossibile di qui riferirvi i resultati delle molte esperienze che ho dovuto eseguire onde misurare ed analizzare convenientemente il fenomeno chimico della respirazione muscolare nell'atto della contrazione: non oso sperare di aver raggiunto lo scopo, ma ho la certezza di aver fatto quanto le mie forze potevano per riescirvi.

Eccovene intanto i resultati principali:

1° Sotto la contrazione i fenomeni chimici della respirazione muscolare divengono più intensi; questo aumento, secondo la media di molte esperienze sufficientemente concordi e fatte in circostanze diverse, è misurato da un eccesso di 1,cc269 cioè da 0,gr·0018 d'ossigene assorbito e da un eccesso di 1,cc126 cioè da 0.gr·00221 d'acido carbonico esalato. Merita di esser notato che i numeri che ho trovato per questo eccesso non diversificano per il tempo più o meno lungo dell'esperienza, come infatti deve accadere non prolungandosi mai la durata delle contrazioni gagliarde oltre un certo limite che è di dieci o quindici minuti nelle condizioni in cui opero.

2° Ho trovato per i muscoli delle rane preparate al modo solito e lasciati in riposo, che l'intensità della respirazione muscolare riferita alla stessa unità di peso dell'animale e di tempo, non era diversa da quella che i sigg. Regnault e Reiset hanno trovato per le rane intere. Se si considera che deve esser ben piccola la quantità del sangue di cui i muscoli delle rane preparate restano imbevuti, si vedrà in questo fatto una prova diretta della teoria della respirazione come effetto del processo chimico della nutrizione.

3° Nel maggior numero delle esperienze sulla respirazione muscolare tanto dei muscoli sotto la contrazione, come di quelli in

riposo, ho trovato che vi era esalazione di azoto; in qualche esperienza di contrazione, questa esalazione parve abbondante: ma è solamente con ulteriori ricerche che potrò determinare rigorosamente la quantità dell'azoto esalato.

Permettetemi di aggiungere alcuni altri resultati dei più importanti e che servono a meglio far comprendere il fenomeno della respirazione muscolare sotto la contrazione.

Uno di questi resultati consiste nella maggior quantità di acido carbonico di cui ho trovato imbevuti i muscoli delle rane dopo essersi contratti per un certo tempo. Questo resultato si rende evidentissimo anche usando semplicemente l'acqua di calce in contatto della quale si mettono dei muscoli preparati nello stesso tempo, alcuni dei quali furono lasciati in riposo ed altri fatti contrarre. Per meglio misurare questa differenza ho messo i muscoli in presenza del gas idrogene sotto il mercurio.

Un secondo resultato è la diminuzione degli effetti chimici della respirazione muscolare nei muscoli che si sono fatti contrarre per lungo tempo in presenza della potassa onde assorbire tutto l'acido carbonico. Questi muscoli, paragonati ad altri che sono stati nelle stesse circostanze e che differiscono solamente per essere stati lasciati in riposo, assorbono meno ossigene ed esalano meno acido carbonico dei secondi.

Vi dirò finalmente, che ho adoperate tutte le cure possibili onde privare interamente i muscoli delle rane di acido carbonico, e a questo effetto lasciavo i muscoli per alcune ore nel gas idrogene puro, poi nel vuoto della macchina pneumatica, poi coperti di mercurio e nuovamente sottoposti al vuoto: dopo tutte queste cure, alcuni di quei muscoli erano messi in una campana sul mercurio e lasciati in riposo, ed altri li facevo contrarre e gli uni e gli altri nel gas idrogene. Anche in questi casi vi fu esalazione di acido carbonico, benchè in quantità assai minore che nei muscoli ordinari, e questa esalazione fu riscontrata maggiore pei muscoli tenuti in contrazione. Credo giusto di dedurre da questa esperienza, ciò che d'altronde è d'accordo con alcune considerazioni generali che si sono fatte sulla teoria della respirazione che cioè l'ossigene assorbito dalla fibra muscolare entra in qualche combinazione non anche conosciuta per trasformarsi poi per il processo della nutrizione e sotto la contrazione in acido carbonico che in parte

si esala, in parte imbeve la sostanza del musculo, e che sotto la contrazione questo processo cresce d'intensità.

Come conseguenza della relazione scoperta fra gli effetti chimici della respirazione muscolare e la contrazione, devo quindi ricordare l'influenza di certi mezzi gassosi diversi dall'aria atmosferica sopra la durata della irritabilità muscolare dopo la morte. Humboldt pel primo scoprì questa influenza, confermata poscia dal Nysten e da tanti altri fisiologi e recentemente dal giovane Liebig. Si sa che basta una piccola quantità di acido solforoso o di idrosolforico per estinguere l'irritabilità muscolare e già vi dissi che anche la respirazione muscolare è grandemente diminuita nei muscoli di rane uccise con questi gas. Anche nell'idrogene puro e nell'acido carbonico, l'irritabilità si estingue molto prima che nell'aria e si vedono i muscoli tolti da quei mezzi al momento in cui la diminuzione comincia, riacquistare l'irritabilità al contatto dell'aria o dell'ossigene. Si intende pure come in un volume limitato di gas ossigene l'irritabilità muscolare si conservi più lungamente che in un volume eguale d'aria.

Notevole ancora e d'accordo coi principii sopra esposti è il fatto che ho tante volte verificato della durata molto maggiore dell'irritabilità dei muscoli se sono tenuti e di tanto in tanto fatti contrarre in un volume limitato d'aria in contatto della potassa, in confronto di altri muscoli messi nelle stesse condizioni, ma senza la potassa, oppure posti in due vasi molto diversi d'ampiezza: potrebbe dirsi che la presenza della potassa toglie via via l'acido carbonico al muscolo ed impedisce quello stato che chiameremo l'asfissia muscolare.

Qui hanno termine i nuovi resultati più importanti a cui sono giunto sulla respirazione dei muscoli nell'atto della contrazione, e a questo punto non posso oramai trattenermi dal farvi conoscere alcune applicazioni teoriche benchè in parte ipotetiche di quei resultati. Una ipotesi sul meccanismo intero della contrazione muscolare la quale si fondi sopra analogie o sopra fatti forniti dalla Fisica o dalla Chimica, si può riguardare come un progresso notevole delle dottrine fisiologiche.

Già si esposero i principii della teoria dinamica del calore e della trasformazione delle azioni chimiche in quantità equivalenti di calore o di forza viva. Oggi che possediamo la misura dell'eccesso

della respirazione muscolare che accompagna la contrazione, possiamo osare di risolvere la seguente questione: nell'animale, considerato come macchina motrice, un *animal engine*, come dicono gli inglesi, qual è il rapporto fra il lavoro teorico e il lavoro effettivamente prodotto?

Evidentemente la parte più difficile del problema è la determinazione della quantità di lavoro meccanico che è prodotta in una contrazione di una rana. Io avevo fatto, alcuni anni sono, molte esperienze con un apparecchio costruitomi dal signor Breguet per misurare l'altezza alla quale è sollevato durante la contrazione un piccol peso attaccato alle gambe di una rana preparata al modo solito. Ma quei risultati, utili per delle ricerche comparative non potevano però fornire la misura del lavoro meccanico assoluto di una contrazione, perchè facendo contrarre nel tempo stesso tutti i muscoli di quest'animale vi sono molti sforzi muscolari in opposizione i quali si elidono. In fatti, avendo una rana disposta in quell'apparecchio, se le si tagliano i muscoli anteriori delle coscie, si vede nell'atto della contrazione il peso sollevato ad un' altezza molto maggiore di quella alla quale era salito prima di quel taglio. Era quindi mestieri nel caso nostro di avere la misura del lavoro meccanico di una contrazione di un muscolo solo, come sarebbe il gastrocnemio di una rana. Il sig. Helmholtz, che ha fatto una serie estesa di belle esperienze sulla velocità di propagazione dell'azione nervosa, ha avuto l'occasione di far contrarre un gastrocnemio solo ed i numeri da esso ottenuti, i quali ispirano molta fiducia, potrebbero fornire i dati necessari per la determinazione del lavoro meccanico di una contrazione di quel muscolo. Disgraziatamente però per lo scopo delle mie ricerche il sig. Helmholtz ha impiegato un peso di 180 grammi il quale era attaccato al gastrocnemio e sollevato nell'atto della contrazione. Intanto si sa ed è, credo, Schwann che lo ha dimostrato il primo, che il lavoro meccanico di una contrazione cresce, dentro certi limiti, col peso attaccato al muscolo, per cui, come doveva essere, quanto più questo peso è grande tanto più presto il muscolo si stanca e si estingue la sua forza contrattile. Credo inutile di qui riferire le molte esperienze colle quali ho verificato questa proposizione e mi limito a dirvi che avendo misurato col mio apparecchio l'altezza alla quale fu sollevato un peso di 100 grammi attaccato a un gastro-

cnemio ho trovato dei numeri che s' accordavano abbastanza con quelli del sig. Helmholtz. Ecco alcuni dei numeri che ho trovato e che c' importa di conoscere. Con un peso di 100 grammi il sollevamento fu di $0,^{mm}84$, con un peso di 70 grammi l'innalzamento fu di $1,^{mm}130$, di $1,^{mm}270$ con 40 grammi, e infine di $1,^{mm}412$ con un peso di 10 grammi. Il signor Helmholtz, che usò un peso di 180 grammi ha trovato un sollevamento che variò per un certo numero di contrazioni successive da $0,^{mm}88$ a $0,^{mm}65$. Aggiungerò di aver più volte verificati con un'esattezza sufficiente i numeri che ho riferito, alla condizione però di operare sopra rane pescate nello stesso tempo e non molto diverse per il vigore e pel peso. Nel caso mio m'interessava di adoperare nelle ricerche sulla misura della contrazione, rane eguali a quelle impiegate nelle esperienze sulla respirazione muscolare. Devo anche notare che siccome in queste esperienze i muscoli si contraevano senza sollevare alcun peso, si può con qualche ragione ammettere che il lavoro meccanico di una contrazione in quelle condizioni sarebbe stato un poco minore di quello che ho dovuto adottare e che ho ottenuto avendo un peso di 10 grammi attaccato a un gastrocnemio. E qui devo confessare che adoperando pesi minori o anche nessun peso, come si sarebbe dovuto fare per mettersi nel caso stesso delle esperienze sulla respirazione muscolare, i resultati divengono molto incerti ed irregolari, locchè non è più col peso di 10 grammi attaccato al muscolo e con pesi anche maggiori. Ho adottato dunque come quantità di lavoro meccanico di una contrazione di un gastrocnemio che pesava $0,^{gr}320$ e a cui era attaccato un peso di 10 grammi e che si è innalzato di $1,^{mm}412$, il numero 0,00001457 chilogrammimetri. Per stabilire il numero di queste contrazioni ottenute in un dato tempo assumeremo, tenendoci assai vicini alla verità, che un gastrocnemio, il quale deve sollevare un peso di 10 grammi, può contrarsi tre volte in un secondo per lo spazio di dieci minuti, ciò che vuol dire che questo muscolo può contrarsi 1800 volte in quel tempo. Questa supposizione è appoggiata anche dalle esperienze del signor Helmholtz e da alcune che ho tentate appunto per determinare la durata di un certo numero di contrazioni successive. La quantità totale del lavoro muscolare di dieci gastrocnemi in quel tempo è perciò espressa da 0,2622 chilogrammimetri.

Passando a determinare la quantità d' ossigene consumata da dieci gastrocnemi in contrazione in dieci minuti, onde dedurne poi ciò che ho chiamato *il lavoro teorico*, penso che si possa fare senza esitazione partendo dalla quantità d' ossigene consumata dalle cinque rane. Già abbiamo detto che l' equivalente meccanico del calore era 423,542 chilogrammimetri. Secondo le esperienze diligenti dei signori Favre e Silbermann 1 chilogrammo di ossigene che si unisce al carbonio per formare acido carbonico sviluppa 3030 calorie. Da questi dati ne viene che 0,gr 001802, che è la quantità di ossigene consumata da cinque rane in contrazione per dieci minuti e trasformato in acido carbonico, rappresenta una quantità di lavoro meccanico eguale a 2,3125 chilogrammimetri. Ci rimane a conoscere il rapporto del peso dei dieci gastrocnemi al peso delle cinque rane preparate diminuito del peso delle ossa: questo rapporto, che ho più volte verificato, è in termine medio di 1 : 7, 76. Quindi la quantità di lavoro meccanico, che chiamammo lavoro teorico è uguale a 0,2980 chilogrammimetri, in vece di 0,2620 che è il lavoro muscolare trovato coll'esperienza.

Non è mia intenzione d'insistere sopra l'accordo sufficiente di questi due numeri, perchè pur troppo riconosco che vi sono delle imperfezioni e delle inesattezze quasi inevitabili nella determinazione del lavoro meccanico di una contrazione e perchè non mi fu dato di tener conto della quantità di calore sviluppata dalla contrazione: ma d'altra parte mi sembra ben dimostrato da questo ravvicinamento, che l' azione chimica della respirazione muscolare durante la contrazione deve essere considerata come la cagione dello sviluppo della forza muscolare, che nelle macchine animali come in quelle mosse dal calore o dall'elettricità la produzione della forza viva è soggetta alle stesse leggi meccaniche e che nelle prime, come già si era creduto, la quantità di lavoro ottenuto è, più che nelle altre macchine, vicina alla quantità di lavoro teorico.

Nè ho finito ancora di passare in rassegna tutti gli elementi della questione che ci occupa. È un fatto confermato ogni giorno dall'osservazione la più comune che l'esercizio di un animale innalza subito la temperatura del suo corpo, per cui si può credere che la contrazione muscolare sviluppi calore. Becquerel ha dimostrato infatti con esperienze molto delicate fatte sui muscoli dell'uomo, che la temperatura del tessuto muscolare è maggiore di quella del tessuto

cellulare che lo circonda e che nell'atto della contrazione questa temperatura può salire sino di un grado sopra quella dello stesso muscolo in riposo. Ma poichè la circolazione sanguigna diviene più attiva in un muscolo allorchè si contrae, l'effetto trovato dal signor Becquerel e in generale l'aumento del calore per l'esercizio, può attribuirsi al sangue sopraggiunto che è sempre più caldo del tessuto muscolare. Infatti lo stesso Becquerel aveva osservato che bastava di comprimere anche leggermente una grossa arteria per abbassare immediatamente la temperatura del membro in cui il sangue di quell'arteria si distribuisce. Così ragionando si può anche concepire il bel fatto scoperto da Bernard del riscaldamento notevole dell'orecchio di un cane o di un coniglio dopo il taglio del filetto simpatico che riunisce i ganglii cervicali e del ritorno alla prima temperatura per l'eccitazione dell'estremità inferiore di quel nervo. Infatti si vede manifestamente nel primo caso ingorgato l'orecchio di sangue e nel secondo riattivarsi la circolazione capillare. Rimaneva dunque a dimostrare se vi è realmente sviluppo di calore in un muscolo per la semplice contrazione indipendentemente dal concorso di nuovo sangue. Questo ho fatto facilmente mettendo in mezzo alle cinque rane preparate nel modo solito e disposte nella boccetta, come nell'esperienza della contrazione, il bulbo cilindrico di un termometro molto delicato sul quale, coll'aiuto di un cannocchiale, potevo leggere sicurissimamente la variazione di un ventesimo di grado centigrado. Lasciate le rane dopo essere state preparate per un certo tempo in riposo e quando la temperatura era fissa, almeno da 15 a 20 minuti, il termometro, che era inviluppato dai muscoli ha indicato in diverse esperienze da 0°, 50 a 0°, 65 sopra la temperatura dell'aria che era di + 12° a + 13° C. Onde eccitare la contrazione ed evitare ogni riscaldamento sensibile che potesse essere prodotto dal passaggio della corrente usavo un elemento solo di Daniell e i ganci in cui erano infilate le rane erano fatti con un grosso filo di rame. Costantemente ho trovato in quattro esperienze eseguite sopra rane che non erano molto vivaci, che facendo contrarre i muscoli interrottamente per otto o dieci minuti, la temperatura saliva di 0°, 20, poi di 0°, 40 sino di 0°, 50 dove si fissava cominciando poi a discendere poco prima che altri dieci minuti fossero scorsi. Lasciando fermo l'apparecchio ho potuto ripetere il passaggio della

corrente sulle stesse rane dopo un'ora, dopo dieci e dopo venti ore. Dopo un'ora non vidi più che un aumento di 0°, 15 per l'effetto della contrazione e dopo 12 e 20 ore nulla più si produceva. È dunque ben dimostrato lo sviluppo del calore di un muscolo per l'effetto solo della sua contrazione. Non è forse senza alcun interesse teorico di dirvi che ho ripetuto la stessa esperienza dopo aver fortemente legate le rane con un nastro e stretti insieme i muscoli perchè i loro movimenti sotto l'eccitazione elettrica fossero in gran parte impediti. Vi fu anche in questo caso innalzamento di temperatura, ma inferiore a quello trovato nei muscoli liberi; stando all' indicazione dell' acqua di calce appariva evidente che l'esalazione dell'acido carbonico dai muscoli legati, forse perciò più imbevuti dell'acido stesso, era stata minore di quella dei muscoli liberi.

Un'ultima conseguenza, sulla quale non posso non trattenermi, di questi nuovi fatti sulla respirazione muscolare è la conferma che essi offrono della cagione a cui ho sempre attribuito l'elettricità dei muscoli; non meno evidente e propria mi sembra l'applicazione dei fatti stessi alla spiegazione della *contrazione indotta.* Sin dal 1842 feci vedere che un nervo era eccitato e svegliava la contrazione nel suo muscolo, allorchè in un modo qualunque era tenuto in contatto di un altro muscolo nell'atto in cui questo si contraeva. Questo fatto che ho lungamente studiato e di cui la spiegazione mi era stata tanto incerta per molto tempo, fu pure soggetto di molte e delicate ricerche per parte del sig. Du Bois Reymond, il quale sostituendo al nervo della rana galvanoscopica da me adoperato il filo di un galvanometro delicatissimo, aveva trovato che durante la contrazione, l'ago del galvanometro indicava ciò che egli chiamò la *variazione negativa* della corrente muscolare.

Ho ripreso ultimamente in una memoria pubblicata negli atti della Società Reale di Londra del 1850, questo studio usando sempre la rana galvanoscopica, che è l'istrumento più delicato quando si tratta di scariche o di correnti elettriche istantanee, ed ho messo fuori di dubbio che avviene un disequilibrio elettrico istantaneo in un muscolo nell'atto in cui si contrae. Mi rimaneva a conoscere con esattezza la distribuzione degli stati elettrici svolti in questo atto, cioè la direzione della scarica che allora insorgeva e spero di aver raggiunto lo scopo con sicurezza ricorrendo col metodo

stesso della rana galvanoscopica all'organo elettrico della torpedine di cui si sa in tutti i casi qual è la precisa direzione della scarica. Supponete di distaccare sopra una torpedine viva un pezzo d'organo in maniera da avere un piccolo prisma di cui le basi appartengono alla pancia e alla schiena del pesce. Allora si distribuiscono colle solite diligenze i nervi di due o più rane galvanoscopiche sopra il detto prisma e si ha cura che questi nervi siano distesi paralleli all'asse dei prismi, alcuni di essi essendo diretti dalla pancia alla schiena ed altri dalla schiena alla pancia. È pure importante e non difficile a raggiungersi che i nervi delle rane galvanoscopiche adoperate sieno presi in quel grado di eccitabilità, in cui non sono più sensibili che alla prima azione della così detta *corrente diretta* che è quella trasmessa lungo la ramificazione pei nervi. Se allora o colle forbici o con un ago si ferisce il prisma dell'organo elettrico in un punto qualunque, non si tarderà a vedere alcune delle rane galvanoscopiche contrarsi, e si noterà che sempre o almeno nel maggior numero dei casi, si contraggono le rane sole di cui il nervo è disteso dalla schiena alla pancia e di cui la gamba è per conseguenza rivolta verso questa ultima parte. Lo stesso si trova se invece di distendere i nervi sul prisma dell'organo elettrico si applicano dei cordoncini di carta o di cotone inzuppati nell'acqua salata in contatto delle basi del prisma stesso e se si chiude il circuito riunendo coi nervi delle rane galvanoscopiche le estremità libere di quei cordoncini. Fondandomi sopra questi resultati, che sono i soli che mi potevano guidare nella interpretazione delle esperienze corrispondenti sulla così detta *contrazione indotta*, non esito oggi ad affermare che nell'atto della contrazione dei muscoli di una rana preparata vi è una scarica elettrica la quale percorre nello stesso senso tanto la superficie del muscolo che i corpi posati sopra di essa, quanto i circuiti artificiali esteriori e che è diretta in ognuno di questi circuiti dalle estremità inferiori alle superiori nell'animale, come le correnti che si trovano nei muscoli interi delle rane in riposo.

Sin qui non vi ho esposto che dei fatti che riguardo come ben accertati e delle analogie dedotte da quei fatti e sufficientemente fondate; dopo di che mi lusingo che sarò perdonato aggiungendo ancora poche parole sopra una veduta generale e in parte ipotetica la quale abbraccia tutto intero il fenomeno della contrazione muscolare.

Qualunque sia la natura della eccitazione nervosa che noi ignoriamo interamente, l'esperienza ci ha insegnato che la causa di questa eccitazione non è in rapporto coll'effetto meccanico che genera: quindi siamo indotti a considerare quella eccitazione come una cagione analoga a quella della piccola scintilla che accende una massa di polvere o di miscuglio esplosivo. L'energia potenziale che in questi casi si trasforma in forza viva e sotto quella forma si consuma, è nelle azioni chimiche della respirazione muscolare eccitata in un modo sin qui misterioso, da quel primo moto il quale opera sopra combinazioni forse in uno stato di equilibrio instabile. Ed infatti l'esperienza ci ha dimostrato, che l'azione chimica che dobbiamo considerare come cagione del lavoro muscolare nel modo stesso che nella teoria della pila si considera l' azione chimica come cagione della corrente elettrica, consiste nel risalto della respirazione del muscolo nell'atto in cui si contrae.

Questa azione chimica sviluppa come deve accadere e come si è trovato, calore, elettricità e forza muscolare. Ci resta a considerare ciò che può chiamarsi il meccanismo della contrazione muscolare ed a conoscere sotto qual forma opera l'azione chimica per produrre la contrazione del muscolo. Stando a tutte le cognizioni che oggi possediamo, l'ipotesi meno azzardata che si può fare sopra questo soggetto ancora tanto oscuro, ci sembra quella di ammettere che l'azione chimica della respirazione muscolare deve prima trasformarsi in elettricità onde poi in questo stato generare la contrazione.

È ben lungi da me il pensiero di mostrarvi qui un'esperienza la quale appoggi questa ipotesi; ma è pur certo che quest'esperienza dà una immagine fisica del fenomeno della contrazione. Si prenda una spirale elettro-dinamica piuttosto grossa e si fissi verticalmente: sia sospesa nel suo asse una coroncina formata di tanti cilindretti di ferro collegati fra loro da un pezzetto di una sottile spirale d'ottone. L'estremità superiore di questa coroncina è stabilmente fissata e l'inferiore è attaccata con un gancio ad un filo di seta che si avvolge attorno ad una piccola carrucola. Adopero in questa esperienza lo stesso dinamometro che Breguet mi ha costruito per le esperienze sopra la contrazione muscolare della rana e non fo che sostituire ai muscoli la coroncina di pezzi di ferro. Il fenomeno che vedete accadere aprendo e chiudendo successivamente il circuito della spirale con una pila di 8 o 10 ele-

menti di Grove, è identico con quello che mostra il muscolo, cioè la coroncina si accorcia al chiudere del circuito e si restituisce alla sua lunghezza allorchè si apre. Merita di esser notato che se prima di chiudere il circuito si allunga un poco colla mano la spirale, il sollevamento che avviene quando poi si chiude immediatamente dopo il circuito, è maggiore di quello che si osserva senza quell'allungamento, come se le forze elastiche messe in giuoco e rimaste per un momento senza produrre tutto il loro effetto, lo producessero poi quando per il passaggio della corrente i pezzetti di ferro sono attratti e costretti ad avvicinarsi fra loro. Così anche avviene del muscolo, come Schwann lo dimostrò il primo, se è stirato da pesi più o meno grandi che allungano più o meno il muscolo.

Con questa ipotesi sul meccanismo della contrazione muscolare do termine a questa lezione perchè anche troppo mi sono esteso nell'intrattenervi di alcune particolarità le quali mal s'addicono ad un discorso accademico e perchè così continuando mi farei guidare più dall'immaginazione che dal fatto, cioè distruggerei da me stesso i precetti che volli darvi.

Io mi lusingo di aver dimostrato prima, con ragionamenti generali, e poi passando in rivista i grandi progressi della fisiologia moderna, che uno solo è il metodo da seguirsi nel ricercare la verità nelle scienze dell'organismo, che questo metodo è quello a cui si devono e si dovranno sempre tutti i perfezionamenti della Fisica e della Chimica e che non può essere abbandonato nello studio delle proprietà e delle funzioni dei corpi viventi, perchè l'esperienza ci ha provato e la ragione c'insegna che quelle proprietà e quelle funzioni non hanno cagioni diverse e essenzialmente distinte da quelle che operano sul resto dei fenomeni naturali.

Queste proposizioni, avvertiamolo però, non significano già che la Fisiologia non è altro che Fisica e Chimica: la Fisiologia è o piuttosto non è Fisica e Chimica, come la Fisica e la Chimica non sono anche Meccanica razionale. E per persuaderci di questa distinzione non è necessario di ricorrere ai fenomeni fisiologici i più oscuri di cui le leggi e le cagioni ci sono ancora interamente sconosciute, come sarebbero le azioni chimiche dei vegetabili, la generazione, le secrezioni, la potenza nervea, imperocchè gli effetti che si considerano con ragione come i più fisici della vita animale, quali sono il meccanismo della visione e dell'organo dell'udito, ci pre-

sentano nulladimeno delle particolarità molto oscure e che le tante ricerche dei fisici non riescirono ancora a rischiarare interamente.

Concludiamo dunque, che la scienza dell'organismo vivente, soprattutto se è considerata come soggetto d'insegnamento, si compone nello stato attuale delle nostre cognizioni di due parti che vogliono essere studiate, classificate, perfezionate con un metodo unico e comune a tutte le scienze sperimentali, e che queste due parti resultano, l'una da un numero ancora molto limitato di fatti fisiologici chiaramente spiegati colle leggi e colle teorie fisiche e chimiche conosciute e di un altro numero molto più vasto che si compone di tutti i fenomeni dell'organismo vivente che devono essere descritti con esattezza e ravvicinati per le analogie che hanno fra loro e coi fenomeni fisici e chimici a cui possono con un certo grado di evidenza collegarsi.

Pisa, 10 marzo 1856.

SULL'ASSOCIAZIONE DI PIU' CONDENSATORI FRA LORO, PER MANIFESTARE LE TENUI DOSI DI ELETTRICITÀ.

Nota del prof. P. VOLPICELLI.

I primi ad immaginare non solo, ma pure a praticare l'associazione di due soli condensatori fra loro, per accrescere la elettrostatica tensione, furono Volta e Cavallo (1). In seguito parecchi fisici d'Italia fecero menzione di questo metodo, fra' quali Gerbi (2), ed i chiarissimi Belli (3) e Pianciani (4); non è poi molto che il sig. I. M. Gaugain ravvisò egli pure il metodo stesso, e lo praticò assai lodevolmente (5).

Ora mi sembra utile dimostrare: 1° che la teorica della unione di due soli condensatori fra loro, è corollario di quella che ne unisce un qualunque numero: 2° che il dover essere lo scudo del

(1) Collezione delle opere di Volta. Firenze 1816. T. 1°, par. 1ª, p. 269.
(2) Corso di fisica. Pisa 1823. Tomo 3°, pag. 239.
(3) Corso elem. di fisica speri. Milano 1838. V. 3°, pag. 393, e 394.
(4) Ist. fisico-chim. Roma 1834. V. 3°, par. 1ª, pag. 66, 390.
(5) Comptes Rendus. Paris 1853. T. 36, juin 20, pag. 1084, e T. 37 juillet 18, pag. 84. — Traité d'electricité par A. De La Rive Paris 1854. T. 1°, pag. 105. — Institut N° 1017, 21e année, Paris, 29 juin, 1853, pag. 219. — Journal des Débats, 1° juillet 1853.

primo condensatore, maggiore di quello appartenente al secondo, è condizione, certo necessaria, onde l'aumento di tensione si ottenga; ma non sufficiente: 3° che le nuove formule relative all'associazione medesima, generalmente considerata, completano la dottrina del condensatore.

Supponiamo che i condensatori associati fra loro sieno γ di numero; e che i contatti fra essi per tutto il sistema dei medesimi si ripetano n volte, dalla sorgente primitiva di elettricità, sino all'ultimo condensatore.

Rappresenti c la carica della elettricità iniziale da esplorare, che potrà essere *deficiente*, od *indeficiente*, e dicasi ς la superficie sulla quale trovasi essa distribuita. Quindi fissandosi al condensatore $k$esimo, ed al suo contatto $n$esimo collo scudo $(k-1)$esimo, esprima:

m_k il rapporto, che io chiamo *elettrostatico*; cioè quella frazione che dipende ad un tempo, e dalla distanza fra i due dischi del medesimo condensatore, e dalla *capacità specifica* d'induzione del coibente, interposto fra i medesimi.

ς_k la superficie dello scudo collettore.

$c_k^{(n)}$ la carica del medesimo.

$x_{k-1}^{(n)}$ la quantità di elettrico, restato libero sopra lo scudo $(k-1)$esimo, dopo avere questo comunicato col $k$esimo, e senza essere tornato sulla sua base.

$y_k^{(n)}$ la quantità di elettrico dissimulato nello scudo $k$esimo, e relativa soltanto alla $n$esima sua comunicazione collo scudo $(k-1)$esimo.

$\alpha_k^{(n)}$ l'elettrico libero nello scudo $k$esimo, congiunto alla sua base non isolata, e relativo soltanto al contatto $n$esimo collo scudo

$\beta_k^{(n-1)}$, e $\gamma_k^{(n-1)}$ le due elettricità, una libera, l'altra dissimulata nello scudo $k$esimo, riposto sulla sua base comunicante col suolo, e dopo seguito il contatto $(n-1)$esimo fra esso e lo scudo $(k+1)$esimo.

Ora è facile vedere che le indicate quantità, si legano fra loro mediante le seguenti equazioni.

$$(1)\left\{\begin{aligned}
&c^{(n)}_{k-1}=x^{(n)}_{k-1}+\alpha^{(n)}_{k}+y^{(n)}_{k}\,,\quad x^{(n)}_{k-1}:\alpha^{(n)}_{k}+\beta^{(n-1)}_{k}=\varsigma_{k-1}:\varsigma_{k}\,,\\
&y^{(n)}_{k}+\gamma^{(n-1)}_{k}+\alpha^{(n)}_{k}+\beta^{(n-1)}_{k}=\frac{\alpha^{(n)}_{k}+\beta^{(n-1)}_{k}}{1-m^{2}_{k}}\,,\\
&c^{(n)}_{k}=y^{(n)}_{k}+\gamma^{(n-1)}_{k}+\alpha^{(n)}_{k}+\beta^{(n-1)}_{k}\\
&x^{(n)}_{k-1}=\frac{\beta^{(n)}_{k-1}}{1-m^{2}_{k-1}}\,,\qquad \gamma^{(n)}_{k-1}=x^{(n)}_{k-1}-\beta^{(n)}_{k-1}\,.
\end{aligned}\right.$$

Se fosse la elettricità iniziale c deficiente, diminuirà essa per ogni suo contatto col primo scudo; perciò $z^{(n)}$ rappresentando la elettricità medesima, dopo l'$n$esimo contatto collo scudo stesso, avremo la

$$z^{(n)}=z^{(n-1)}-\alpha^{(n)}_{1}-y^{(n)}_{1}\,,$$

nella quale ponendo $n=1$, dovremo eziandio porre $z^{(o)}=c$.

Supponendo nelle (1) $n=1$ sarà

$$\beta^{(o)}_{k}=\gamma^{(o)}_{k}=o\,;$$

e tralasciando l'ultime due delle stesse (1), avremo da queste

$$(3)\left\{\begin{aligned}
&c^{(1)}_{k-1}=x^{(1)}_{k-1}+\alpha^{(1)}_{k}+y^{(1)}_{k}\,,\quad x^{(1)}_{k-1}:\alpha^{(1)}_{k}=\varsigma_{k-1}:\varsigma_{k}\\
&y^{(1)}_{k}+\alpha^{(1)}_{k}=\frac{\alpha^{(1)}_{k}}{1-m^{2}_{k}}\,,\qquad c^{(1)}_{k}=y^{(1)}_{k}+\alpha^{(1)}_{k}\,,
\end{aligned}\right.$$

dalle quali, per mezzo della eliminazione, otterremo le

$$(4)\quad\left\{\begin{array}{l} \alpha^{(1)}_{k}=\dfrac{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k}\,c^{(1)}_{k-1}}{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}+s_{k}},\quad y^{(1)}_{k}=\dfrac{m^{2}_{k}\,s_{k}\,c^{(1)}_{k-1}}{s_{k}+\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}},\\[2ex] x^{(1)}_{k-1}=\dfrac{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}\,c^{(1)}_{k-1}}{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}+s_{k}},\quad c^{(1)}_{k}=\dfrac{s_{k}\,c^{(1)}_{k-1}}{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}+s_{k}} \end{array}\right.$$

relative ad un solo contatto, per qualunque condensatore. Perciò sarà

$$\frac{c^{(1)}_{k}}{c^{(1)}_{k-1}}=\frac{1}{\left(1-m^{2}_{k}\right)\dfrac{s_{k-1}}{s_{k}}+1}\,,\quad\text{quindi}\quad c^{(1)}_{k-1}>c^{(1)}_{k}\,;$$

vale a dire la carica negli scudi dal primo all'ultimo, va sempre diminuendo, qualunque sieno le quantità s_{k-1}, s_{k}, m_{k-1}, m_{k}.

Perciò esprimendo con $t^{(1)}_{k}$ la tensione dello scudo *k*esimo, avremo le

$$t^{(1)}_{k}=\frac{c^{(1)}_{k}}{s_{k}}=\frac{c^{(1)}_{k-1}}{\left(1-m^{2}_{k}\right)s_{k-1}+s_{k}}\,,\qquad t^{(1)}_{k-1}=\frac{c^{(1)}_{k-1}}{s_{k-1}}\,,$$

donde

$$\frac{t^{(1)}_{k}}{t^{(1)}_{k-1}}=\frac{1}{1-m^{2}_{k}+\dfrac{s_{k}}{s_{k-1}}}\,;$$

laonde, se abbiasi la

$$(5)\qquad 1-m^{2}_{k}+\frac{s_{k}}{s_{k-1}}<1\,,\quad\text{sarà}\quad t^{(1)}_{k-1}<t^{(1)}_{k}\,.$$

Ma non potrà verificarsi la (5), senza che pure si verifichi la

$$\frac{\varsigma_k}{\varsigma_{k-1}} < m_k^2 ; \tag{6}$$

dunque sarà necessario, ma non sufficiente, per avere l'aumento di tensione, quando la carica di uno scudo comunicasi ad un altro, che quello sia maggiore di questo, cioè che si abbia

$$\varsigma_{k-1} > \varsigma_k ,$$

e di più dovrà verificarsi la (6); cioè farà d'uopo che alla produzione dell'indicato effetto, concorra eziandio il rapporto elettrostatico m_k del condensatore minore.

Il caso più comune in pratica, quello sul quale noi ci fermeremo, per dare un qualche sviluppo alle precedenti formule, consiste nell'associazione di solo due condensatori fra loro, il primo maggiore del secondo, e nel supporre indeficiente la primitiva origine dell'elettrico assai tenue, da doversi manifestare colla ripetizione dei contatti fra i dischi dei due condensatori. Pertanto facendo $k = 2$ nelle (1), dovremo porre nelle medesime

$$\overset{(1)}{c_1} = \overset{(2)}{c_1} = \overset{(3)}{c_1} = \ldots\ldots = \overset{(n)}{c_1} ,$$

poi tralasciando le ultime due equazioni delle stesse (1), ed osservando che il secondo scudo non comunica l'elettrico accumulato in esso a verun altro, avremo le

$$(7)\left\{\begin{aligned}
&\overset{(n)}{c_1} \left(= \overset{(1)}{c_1} \right) = \overset{(n)}{x_1} + \overset{(n)}{y_2} + \overset{(n)}{\alpha_2} ,\\
&\overset{(n)}{x_1} : \overset{(1)}{\alpha_2} + \overset{(2)}{\alpha_2} + \ldots + \overset{(n)}{\alpha_2} = \varsigma_1 : \varsigma_2 ,\\
&\overset{(1)}{y_2} + \overset{(2)}{y_2} + \ldots + \overset{(n)}{y_2} + \overset{(1)}{\alpha_2} + \overset{(2)}{\alpha_2} + \ldots + \overset{(n)}{\alpha_2} = \\
&\qquad\qquad \frac{\overset{(1)}{\alpha_2} + \overset{(2)}{\alpha_2} + \ldots + \overset{(n)}{\alpha_2}}{1 - m_n^2} ,\\
&\overset{(n)}{c_2} = \overset{(1)}{y_2} + \overset{(2)}{y_2} + \ldots + \overset{(n)}{y_2} + \overset{(1)}{\alpha_2} + \overset{(2)}{\alpha_2} + \ldots + \overset{(n)}{\alpha_2} .
\end{aligned}\right.$$

Quindi facendo $n=1,\ 2,\ 3,\ \ldots .$, arriveremo per mezzo della eliminazione alle

$$(8)\left\{\begin{array}{ll} \alpha_2^{(n)}=\dfrac{(1-m_2^2)\,\varsigma_2^n\,c_1^{(1)}}{h^n}, & c_2^{(n)}=\dfrac{p_n\,\varsigma_2\,c_1^{(1)}}{h^n}, \\[2ex] y_2^{(n)}=\dfrac{m_2^2\,\varsigma_2^n\,c_1^{(1)}}{h^n}, & x_1^{(n)}=\dfrac{p_n\,(1-m_2^2)\,\varsigma_1\,c_1^{(1)}}{h^n}, \end{array}\right.$$

nelle quali per compendio si è fatto

$$p_n=\Big((1-m_2^2)\,\varsigma_1\Big)^{n-1}+n\Big((1-m_2^2)\,\varsigma_1\Big)^{n-2}\varsigma_2+\frac{n\,(n-1)}{1\,.\,2}\Big((1-m_2^2)\,\varsigma_1\Big)^{n-3}\varsigma_2^2+\ldots+\frac{n\,(n-1)}{1\,.\,2}(1-m_2^2)\,\varsigma_1\,\varsigma_2^{n-2}+n\,\varsigma_2^{n-1},$$

$$h=(1-m_2^2)\,\varsigma_1+\varsigma_2\,.$$

Dalla terza delle (8) abbiamo

$$\frac{c_2^{(1)}}{\varsigma_2}<\frac{c_2^{(2)}}{\varsigma_2}<\frac{c_2^{(3)}}{\varsigma_2}<\ldots\ldots<\frac{c_2^{(n)}}{\varsigma_2}\ ;$$

cioè le tensioni della elettricità raccolta nel secondo scudo, ed allontanato dalla sua base, vanno crescendo col crescere il numero dei contatti. Siccome poi la tensione della elettricità originaria indeficiente, si esprime con $\frac{c}{\varsigma}$; perciò allora questa si troverà cresciuta nel secondo scudo, allontanato dalla sua base dopo gli n contatti col primo, quando abbiasi la

$$\frac{c_2^{(n)}}{\varsigma_2}>\frac{c}{\varsigma}, \quad \text{ovvero} \quad p_n\,\varsigma_1>(1-m_1^2)\ h^n.$$

Sarà poi tale accrescimento, nelle circostanze medesime, giunto al massimo, quando abbiasi

$$\frac{c_1^{(1)}}{s_1} < \frac{c_2^{(1)}}{s_2}, \quad \text{ovvero} \quad 1 - m_2^2 + \frac{s_2}{s_1} < 1,$$

condizione che coincide colla (5).

Per favorire la trasmissione dell'elettrico dalla sorgente nel primo scudo, ed anche da questo negli altri per tutto il sistema dei medesimi, fa d'uopo valersi di un conduttore di seconda classe. Questo mezzo poi si rende indispensabile fra la sorgente di elettricità ed il primo scudo, quando essa venga costituita da un coibente elettrizzato. Ciò deriva dalla facoltà che hanno i conduttori liquidi, di assorbire la elettricità dai corpi isolanti elettrizzati; facoltà che per la prima volta fu avvertita dall'illustre fisico Marianini (1), alla quale si deve por mente, per ben condurre le sperienze di questo genere.

RICERCHE SUL PROPILENE IODATO. ALLILE E COMPOSTI ALLILICI.

3ª MEMORIA DI M. BERTHELOT E S. DE LUCA.

Nella memoria presentata all'Accademia delle Scienze, son già sedici mesi, mostrammo che la glicerina trattata coll'ioduro di fosforo dà origine al propilene iodato, C^6H^5I sostanza rimarchevole per la sua attività chimica. Infatti il propilene iodato cede con molta facilità l'iodo che esso contiene a' diversi reagenti co'quali lo si mette in contatto, e produce sia per sostituzione che per semplice o doppia decomposizione una grande varietà di composti nuovi. Sotto questo punto di vista esso si avvicina agli eteri iodidrici corrispondenti degli alcoli ordinari, ed in generale si presta alle stesse reazioni.

Mettendo a profitto simiglianti reazioni abbiamo da una parte sostituito l'idrogeno all'iodo del propilene iodato, e formato del propilene, C^6H^6; e d'altra parte abbiamo trasformato il propilene

(1) Memoria della Società Italiana delle Scienze T. XXV, parte seconda. — Nuovo Cimento, T. 1°. pag. 50.

iodato per mezzo del solfocianuro di potassio, in ioduro di potassio ed essenza di senapa.

Nelle due precedenti memorie annunziammo che noi continuavamo lo studio delle reazioni del propilene iodato: i risultamenti di un tale studio formano l'oggetto della presente memoria, e comprendono tre proposizioni principali:

1. Il propilene iodato forma per doppia decomposizione co' sali di argento, dell'ioduro di argento e de'composti coniugati analoghi agli eteri. 2. Il propilene iodato decomposto dall'ossido di mercurio o dall'ossido di argento, produce un composto ossigenato analogo all'etere; decomposto dalla potassa in soluzione alcolica, amilica, glicerica, forma degli eteri misti analoghi a quelli di Williamson. 3. Il propilene iodato decomposto dal sodio, perde tutto l' iodo e dà origine ad un carburo d'idrogeno analogo all'etile. Noi designeremo un tal carburo col nome di *allile*, applicato da molto tempo alla nomenclatura dell'essenze naturali di aglio e di senapa.

I. *Azione de' sali di argento*. Mescolando un equivalente di propilene iodato ed un equivalente di butirato di argento secco, una reazione molto energica, anche a freddo, non tarda a manifestarsi, con formazione d'ioduro di argento. La reazione si compie aggiungendo un poco di butirato di argento e mantenendo il tutto al bagno maria per alquante ore, poi decantato il liquido e filtrato si distilla in contatto di un poco di ossido di argento. Si ottiene in tal modo un liquido volatile in massima parte verso 145 gradi ed analogo pel suo odore e per tutti i suoi caratteri all'etere butirico ordinario. È questo l'*etere allile-butirico*.

Il propilene iodato forma col benzoato di argento un composto neutro, più denso dell'acqua, volatile verso 230 gradi, e simigliante all'etere benzoico· esso è l'*etere allile-benzoico*. La potassa lo decompone lentamente a 100° con rigenerazione di acido benzoico e di un liquido infiammabile e miscibile all'acqua (alcole allilico).

Il propilene iodato forma col tartrato di argento un composto solubile nell'etere, siropposo, fisso, rapidamente decomponibile dall'acqua. Però se lo si tratta con la calce idrata e con l'etere, se ne può ottenere una piccola quantità allo stato neutro. È desso l'*etere allile-tartrico*.

Il nitrato di argento in soluzione alcolica precipita immediatamente tutto l'iodo del propilene iodato, in gran parte sotto forma

d'ioduro di argento. Una soluzione alcolica di cloruro di mercurio decompone lentamente a freddo il propilene iodato con formazione d'ioduro di mercurio.

Ricordiamo finalmente che il propilene iodato decomposto dal solfocianuro di potassio o d'argento produce dell'*etere allile-solfocianidrico*, identico coll'essenza di senapa.

II. *Azione dell'ossido di mercurio e degli alcali.* Il propilene iodato trattato a 100 gradi con l'ossido di mercurio secco dà origine ad un liquido particolare, volatile fra gli 85° ed 88°, dotato di un odore etereo e penetrante. Questo liquido è dell'etere allilico; trattato coll'acido solforico, evitando ogni sviluppo di calore, produce un acido, il cui sale di barite è solubile, operando invece senza precauzioni, la temperatura si eleva ed il liquido organico si carbonizza con esplosione. L'acido nitrico fumante lo cangia in un corpo nitrato più pesante dell'acqua. Lo ioduro di fosforo lo trasforma in propilene iodato.

La potassa alcolica decompone a 100 gradi il propilene iodato, e produce un composto particolare volatile a 62°, 5 che sembra dall'*etere alliletilico*. La potassa, l'alcole amilico ed il propilene iodato formano nello stesso modo l'*etere allilamilico*, volatile verso 120°. Finalmente un miscuglio di potassa, di glicerina e di propilene iodato dà origine all'*allile-glicerina*, liquido di un odore sgradevole, solubile nell'etere, volatile verso 232 gradi. Le analisi di questo corpo conducono alla formola $C^{24}H^{20}O^6 = C^6H^8O^6 + 3C^6H^5I - 3HI$, *triallinina*.

I fatti precedenti mostrano che il propilene iodato presenta le stesse reazioni degli eteri iodidrici, e forma per doppia decomposizione de'corpi coniugati analoghi agli eteri. La formola di corpi così prodotti è determinata quasi con certezza dalle condizioni stesse della loro formazione. Però le numerose analisi da noi fatte di questi composti non si accordano esattamente con le formole probabili delle sostanze ottenute. I composti allilici sono di una purificazione estremamente difficile: operando sopra 100 grammi di propilene iodato in una sola preparazione, non si arriva ad isolare un etere omogeneo e rettamente definito. Questa difficoltà non potrebbe esser vinta che impiegando grandi quantità delle sostanze reagenti, la cui preparazione è facile ma costosa. Simiglianti ostacoli sono dovuti alla formazione simultanea e costante di prodotti accessori tanto

fissi che volatili, ed il più sovente di propilene gassoso in proporzione notevole: le quali sostanze tutte risultano da talune reazioni secondarie dovute all'instabilità dei composti allilici nel momento stesso in cui essi prendono origine. D'altronde osserviamo che questi corpi non sono formati dall'azione diretta di due affinità semplici, ma per una via indiretta provocando la formazione di un composto molto stabile (l'ioduro di argento) e forzando per così dire gli altri elementi a restare combinati. L'instabilità delle combinazioni alliliche sotto le stesse influenze in cui esse si producono è chiaramente accusata dall'esperienza seguente:

Cercando di produrre questi corpi, facendo reagire in tubi chiusi fra 200 ed i 250 gradi gli acidi butirico, benzoico o stearico sull'etere allilico, metodo col quale uno di noi ha preparato direttamente gli eteri di diversi alcoli, ecco quello che si osserva: si sviluppa una gran quantità di gas infiammabile, si produce una sostanza nera unita a piccola quantità dell'etere corrispondente.

Quindi è che nelle condizioni stesse in cui gli eteri degli alcoli propriamente detti si ottengono direttamente ed assolutamente puri, i composti allilici si formano in piccola proporzione restando in massima parte decomposti con isviluppo di gas; donde si rileva tutta l'intensità delle reazioni secondarie.

III. *Azione del sodio.* L'azione del sodio sul propilene iodato è più semplice e più regolare di tutte le altre. Essa produce dell'ioduro di sodio ed un carburo perfettamente definito, l'*allile*, C^6H^5:

$$C^6H^5I + Na = C^6H^5 + NaI.$$

L'allile è un liquido molto volatile, dotato di un odore proprio etereo e penetrante analogo a quello della coclearia (ruifort). Brucia con fiamma molto splendente; bolle a 59 gradi. La sua densità è uguale a 0,684 a 14°. La densità del suo vapore determinata a 100° si è trovata eguale a 2,92, ed in conseguenza la formola C^6H^5 rappresenta due volumi di vapore, come quella dell'etile e del metile, ecc. La densità calcolata corrisponde a 2,89.

L'allile si mescola all'acido solforico con isviluppo di calore; evitando tale elevazione di temperatura la massa si calora appena: però dopo alquante ore, una gran parte del carburo modificato si separa e galleggia.

L'acido nitrico fumante cangia l'allile in un composto nitrato liquido solubile nell'etere. L'acido idroclorico gassoso non è assorbito sensibilmente dall'allile.

L'azione de' corpi alogeni è soprattutto rimarchevole: l'allile si unisce al cloro formando un composto liquido più denso dell'acqua, con isviluppo di acido idroclorico. Si combina istantaneamente al bromo con isviluppo di calore. Arrestando l'azione nel momento in cui il liquido comincia a colorarsi sotto l'influenza di un eccesso di bromo ed a sviluppare un poco di acido bromidrico, e trattando con la potassa si ottiene del bromuro di *allile*, $C^6H^5Br^2$, composto cristallizzato molto solubile nell'etere. Il bromuro di allile è volatile senza decomposizione, fonde a 37° e può restar liquido alla temperatura ordinaria.

L'*ioduro di allile*, $C^6H^5I^2$, si prepara disciogliendo nell'allile, leggermente riscaldato, od anche alla temperatura ordinaria, 6 a 7 volte il suo peso d'iodo: il miscuglio a principio resta liquido, poi dopo 2 o 3 minuti si solidifica e s'indurisce. Triturando la massa con una soluzione acquosa di potassa, e trattando la parte insolubile coll'etere bollente, si ottiene per raffreddamento l'ioduro di allile cristallizzato. Esso è un corpo solido cristallino, senza colore nell'atto della sua preparazione, ma diviene alquanto giallo coll'influenza della luce; riscaldato fonde ad una temperatura superiore a 100°, e produce un liquido pesante che una temperatura più forte decompone; esso è quasi insolubile nell'etere freddo. Facendolo bollire con la potassa alcolica, si decompone e forma un prodotto il cui odore è analogo a quello dell'allile. Fatto bollire con una soluzione di potassa acquosa non subisce che una appena sensibile decomposizione sviluppando qualche traccia di gas infiammabile. Riscaldato con un miscuglio di acido idroclorico fumante e di mercurio, è debolmente attaccato e non sviluppa veruna sostanza gassosa in proporzione notevole.

La formola dell'ioduro di allile $C^6H^5I^2$ non differisce che per un equivalente d'iodo da quella del propilene iodato C^6H^5I; quindi è che noi abbiamo tentato sia di trasformare questi due corpi l'uno nell'altro, sia di preparare il propilene iodato per mezzo dell'allile: ma veruna di tali esperienze ci ha permesso di raggiungere lo scopo. Infatti:

1°. Facendo reagire sopra una parte di allile (1 equiv.) 3 parti d'iodo

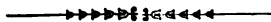
(1 equiv.) si forma dell'ioduro di allile cristallizzato $C^6H^5I^2$, ed il miscuglio conserva l'odore dell'allile; riscaldato con del mercurio e con dell'acido cloridrico fumante, questo miscuglio non sviluppa alcun gas, ma semplicemente l'eccesso di allile che contiene.

2°. Il propilene scioglie a caldo una gran quantità d'iodo; ma un trattamento con la potassa elimina l'iodo e fa ricomparire il propilene iodato con tutti i suoi caratteri. D'altronde nelle condizioni in cui esso si produce, il propilene iodato si trova in presenza di un equivalente d'iodo libero al quale non si combina affatto.

3°. L'ioduro di allile distillato fornisce dell'iodo ed un liquido neutro più pesante dell'acqua, il quale in contatto del mercurio e dell'acido cloridrico non riproduce del propilene.

4°. L'acido cloridrico fumante ed il mercurio trasformano il propilene iodato in propilene, mentre essi non agiscono sull'ioduro di allile.

Questi diversi fatti provano che il propilene iodato C^6H^5I e l'ioduro di allile $C^6H^5I^2$ non presentano tra loro le stesse relazioni che i due ioduri di mercurio; per esempio, essi corrispondono a due stati molecolari distinti. Il carburo messo in libertà dal sodio non presenta riguardo al propilene iodato le stesse relazioni che presenta un vero radicale riguardo al suo ioduro, perchè nel primo caso i risultamenti dell'analisi non sono confirmati dalla sintesi. Per contrario l'allile presenta queste stesse relazioni riguardo al bromuro di allile: infatti questo bromuro trattato col sodio rigenera l'allile con tutte le sue proprietà, odore, punto di ebollizione, proprietà di formare un ioduro neutro e cristallizzato, ecc. Un simile accordo fra il risultamento analitico ed il risultamento sintetico prova che il carburo unito al bromo nel bromuro di allile, vi si trova in uno stato molecolare simile a quello dell'allile stesso.

Parigi, 29 gennaio 1856.

RICERCHE SOPRA UNA NUOVA CLASSE DI ALCOLI

DI A. CAHOURS ET A-W. HOFMANN.

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 217)

Sottomettendo alla distillazione la glicerina, sia sola che unita a bisolfato di potassa o ad acido fosforico anidro, Redtenbacker ottenne un prodotto singolare, cui diede il nome di *acroleina*. Questa sostanza ha tutti i caratteri di un' aldeide, e, come l'aldeide vinica, si cangia sotto l'influenza dei corpi ossidanti in un acido che chiamò *acido acrilico.*

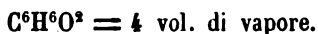
Le sperienze di Will e di Werteim sull'essenze d'aglio e di senapa avendo mostrato tra questi corpi e l'acroleina un'analogia di composizione, condussero naturalmente a ravvicinare tali sostanze. Finalmente le importantissime ricerche di Berthelot e Deluca sul propilene iodato, e segnatamente la trasformazione di quest'ultimo prodotto in essenza di senapa in contatto del solfocianuro di potassio, arrecarono una nuova e luminosa conferma alle analogie dedotte dalla analisi.

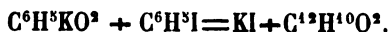
Partendo dai dati precedenti, gli A.A. sono riusciti ad ottenere in questa nuova serie, che chiamano con ragione *serie acrilica*, i termini corrispondenti all'alcole, all'etere, ed agli eteri composti della serie vinica, valendosi della reazione del propilene iodato sui diversi sali d'argento. Infatti dall'azione reciproca dell'ossalato di argento e del propilene iodato si ottiene ioduro d'argento ed ossalato acrilico il quale, separato dall'ioduro d'argento, lavato con acqua, disseccato sul cloruro di calcio e poscia distillato, si presenta sotto forma di un liquido incoloro, limpido, più pesante dell'acqua, dotato di un odore aromatico che ricorda quello dell'etere ossalico, che bolle a 207.° e che all'analisi dà una composizione che si accorda colla formula

$$C^8H^5O^4 = C^2O^3, C^6H^5O.$$

Questo composto trattato con un eccesso di ammoniaca secca si trasforma in ossamide ed in alcole acrilico. È questo un liquido

incoloro, mobilissimo, di odore piccante che ricorda quello della senapa, bolle a 103.° e dall'analisi del quale si ricava la formula

$$C^6H^6O^2 = 4 \text{ vol. di vapore.}$$

L' alcole acrilico brucia con fiamma molto più splendida che l'alcole ordinario. Si mesce all'acqua in ogni proporzione. Trattato col potassio, sviluppa idrogeno e si trasforma in una materia gelatinosa che corrisponde all'alcole potassato. Quest'ultimo corpo è immediatamente decomposto dall'ioduro acrilico (propilene iodato), si deposita in abbondanza dell'ioduro di potassio, e nel tempo stesso si forma un liquido più leggiero dell' acqua, affatto insolubile in essa, che corrisponde all'etere ordinario. La reazione si spiega facilmente coll'equazione

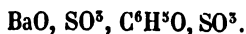
$$C^6H^5KO^2 + C^6H^5I = KI + C^{12}H^{10}O^2.$$

Trattando l' alcole potassato coll' ioduro acrilico, ovvero l' alcole acrilico potassato coll'ioduro d'etile, si forma dell'ioduro di potassio, ed ottiensi un liquido limpido, incoloro, aromatico, che è un etere misto contenente i radicali etile ed acrile.

Il fenolo potassato dà risultati analoghi reagendo coll' ioduro acrilico.

Distillando l' alcole acrilico col cloruro, bromuro o ioduro di fosforo, si ottiene colla più grande facilità l'etere cloridrico, bromidrico e iodidrico di questa serie.

L'alcole acrilico si discioglie, senza colorarsi, nell'acido solforico al massimo di concentrazione, generando un acido copulato che forma colla barite un sale solubile e cristallizzabile.

Questo sale è anidro e la sua analisi conduce alla formula

$$BaO, SO^3, C^6H^5O, SO^3.$$

L'acido fosforico anidro scompone l'alcole acrilico sotto l'influenza di un dolce calore; si sviluppa un gas incoloro, che brucia con fiamma luminosissima; sebbene non sia stata fatta l'analisi di questo gas, l'analogia induce a rappresentare la sua composizione colla formula C^6H^4.

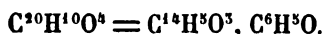
L'alcole acrilico è prontamente alterato dagli agenti ossidanti. Una mescolanza d'acido solforico e di bicromato di potassa lo decompone con grande energia producendo acroleina ed acido acrilico. Il nero di platino dà luogo alla stessa metamorfosi. Infine trattato con potassa e solfuro di carbonio, dà un composto che cristallizza in belli aghi gialli simile allo santato di potassa, ed al quale l'analisi assegna una formula analoga.

Col mezzo dell'alcole stesso, dell'acido vinico o dell'ioduro acrilico, si ottengono con facilità gli altri termini di questa serie. Ecco alcuni eteri acrilici ottenuti con questo metodo dagli AA.

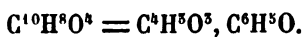
L'*acrile ossametano* o l'*ossamato* d'*acrile* si forma aggiungendo a piccole porzioni dell'ammoniaca all'ossalato acrilico infino a che incomincia a formarsi dell'ossamide. La soluzione feltrata dà colla evaporazione dei magnifici cristalli solubili nell'alcole.

Il *carbonato* d'*acrile* è un olio più leggiero dell'acqua, che si genera facilmente dall'azione del sodio sull'ossalato. Una soluzione alcolica di questo composto trattata colla barite dà del carbonato di questa base rigenerando l'alcole.

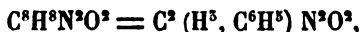
Il *benzoato* d'*acrile* si forma facilmente per l'azione del cloruro di benzoile sopra l'alcole acrilico. È un liquido più pesante dell'acqua, che bolle a 220°, ed ha un odore aromatico analogo a quello dell'etere benzoico. L'analisi assegna ad esso la formula

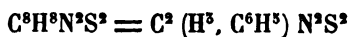
$$C^{20}H^{10}O^{4} = C^{14}H^{5}O^{3}, C^{6}H^{5}O.$$

Lo stesso corpo si ottiene facilmente dall'azione reciproca dell'ioduro acrilico e del benzoato d'argento.

L'*acetato* d'*acrile* ottenuto dall'azione dell'ioduro acrilico sull'acetato d'argento è un liquido incoloro, limpidissimo, più leggiero dell'acqua, e dotato di un odore aromatico analogo a quello dell'etere acetico. La sua formula dedotta dall'analisi è

$$C^{10}H^{8}O^{4} = C^{4}H^{3}O^{3}, C^{6}H^{5}O.$$

Il cianato d'argento è fortemente alterato, anche a freddo, dall'ioduro acrilico; il calore prodotto dalla reazione è abbastanza grande perchè il composto che ne risulta distilli quasi per intiero. Si ottiene un liquido incoloro, limpidissimo, che bolle a 82.°, ed

ha un odore penetrantissimo analogo a quello dell'etere cianico, e che eccita una lacrimazione abbondante. L'analisi di questo prodotto porta alla formola $C^8H^5NO^2 = C^2NO, C^6H^5O$, che è il *cianato acrilico*. Questo composto se si scalda leggiermente con ammoniaca, scompare tosto, ed il liquido fornisce coll' evaporazione una magnifica sostanza cristallizzata, la quale non è altro che l'urea acrilica. Infatti l'analisi assegna a questo composto la formula

$$C^8H^8N^2O^2 = C^2 (H^3, C^6H^5) N^2O^2,$$

che non differisce dalla tiosinamina

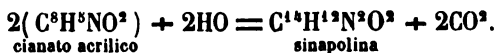
$$C^8H^8N^2S^2 = C^2 (H^3, C^6H^5) N^2S^2$$

che dall'essere il solfo sostituito da quantità equivalenti di ossigeno.

L'anilina produce col cianato acrilico una sostanza analoga che cristallizza facilissimamente.

Scaldato con acqua il cianato acrilico si solidifica, ed il prodotto ha le proprietà e la composizione della sinapolina, vale a dire della diacrilurea. Difatti dall' analisi fatta dagli AA. si deduce la formula

$$C^{14}H^{12}N^2O^2 = C^2 [H^2 (C^6H^5)^2] N^2O^2,$$

e la sua genesi è spiegata dall'equazione seguente:

$$2(\underset{\text{cianato acrilico}}{C^8H^5NO^2}) + 2HO = \underset{\text{sinapolina}}{C^{14}H^{12}N^2O^2} + 2CO^2.$$

Il cianato acrilico fatto bollire con una soluzione concentrata di potassa si converte rapidamente in sinapolina, la quale sottoposta alla distillazione si trasforma in una mescolanza di metilammina, propilammina ed acrilammina. Quest'ultima distilla fra 180.° e 190°.

Ecco i termini conosciuti di questa nuova serie coi loro corrispondenti della serie vinica:

$C^6H^6O^2$ alcole acrilico,	$C^4H^6O^2$ alcole vinico,
C^6H^5O, ovvero $C^{12}H^{10}O^2$ etere acrilico,	C^4H^5O, ovvero $C^8H^{10}O^2$ etere ordinario,
C^6H^5Ch cloruro acrilico,	C^4H^5Ch cloruro etilico,

C^6H^5Br bromuro acrilico,	C^4H^5Br bromuro etilico,
C^6H^5I ioduro acrilico,	C^4H^5I ioduro etilico,
C^6H^5S solfuro acrilico (essenza di aglio),	C^4H^5S solfuro etilico,
C^6H^5O, C^2S^4 santato acrilico,	C^4H^5O, C^2S^4 santato etilico,
C^6H^5S, C^2NS solfocianuro (essenza di senapa),	C^4H^5S, C^2NS solfocianuro etilico,
C^6H^5O, C^2NO cianato acrilico,	C^4H^5O, C^2NO cianato etilico.
C^6H^5O, C^2O^3 ossalato acrilico,	C^4H^5O, C^2O^3 ossalato etilico,
$C^6H^5O, C^4H^2NO^5$ ossamato acrilico,	$C^4H^5O, C^4H^2NO^5$ ossamato etilico,
C^6H^5O, CO^2 carbonato acrilico,	C^4H^5O, CO^2 carbonato etilico,
$C^6H^5O, C^4H^3O^3$ acetato acrilico,	$C^4H^5O, C^4H^3O^3$ acetato etilico,
$C^6H^5O, C^{14}H^5O^3$ benzoato acrilico,	$C^4H^5O, C^{14}H^5O^3$ benzoato etilico,
C^6H^5O, SO^3, HO, SO^3 acido solfoacrilico,	C^4H^5O, SO^3, HO, SO^3 acido solfovinico,
$C^6H^4O^2$ aldeide acrilica (acroleina),	$C^4H^4O^2$ aldeide vinica,
$C^6H^4O^4$ acido acrilico,	$C^4H^4O^4$ acido acetico,
C^6H^6 idrocarburo (propilene),	C^4H^6 idrocarburo (acetene),
$C^8H^8N^2O^2$ urea acrilica,	$C^6H^8N^2O^2$ urea etilica,
$C^{14}H^{12}N^2O^2$ diacrilurea (sinapolina),	$C^{10}H^{10}N^2O^2$ dietilurea,
$C^8H^8N^2S^2$ urea acrilica solforata (tiosinnamina),	$C^6H^8N^2S^2$ urea etilica solforata.

Dall'esposto si vede chiaramente come dall'alcole acrilico discende una serie parallela a quella dell' alcole ordinario, la cui formola generale è $C^{2n}H^{2n}O^2$.

Sarebbe interessante ottenere di questa serie l'etere acrilo-cianidrico perchè, sotto l'influenza della potassa, dovrebbe dare un acido omologo all'acido acrilico.

NUOVA APPLICAZIONE DEL SOLFURO DI CARBONIO; E. DEISS

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 207)

ESTRATTO.

Il solfuro di carbonio che nel 1847 si vendeva ancora a 50 e 60 franchi il k., presentemente si prepara con tanta facilità ed economia da offrirlo al commercio a soli 50 cent. il k.

Questo bassissimo prezzo consigliò l'A. di valersi della proprietà solvente del solfuro di carbonio per le sostanze grasse onde estrarre il grasso dalle ossa, dalle lane naturali e l'olio dai semi oleosi.

Il solfuro di carbonio presenta a quest'uopo il vantaggio, che si ottiene pel suo mezzo una quantità maggiore di prodotto, il doppio per le ossa di quello che si otteneva colla bollitura; il grasso delle lane che prima andava perduto, e dopo aver servito a queste operazioni si ricupera per intero mediante la distillazione per la totale e facile volatilità di esso.

Le ossa ancor fresche vengono triturate e trattate col solfuro di carbonio che discioglie le sostanze grasse senza punto alterare la gelatina; l'azione solvente di questo corpo per dette sostanze è grande, per cui basta una breve digestione delle ossa nel medesimo. La veruna azione del solfuro di carbonio sulla gelatina permette di ricavare dalle ossa, così spogliate di grasso, un nero animale migliore che per lo passato; giacchè la lunga esposizione delle ossa all'aria, indispensabile per l'estrazione del grasso col mezzo della bollitura, apportava la distruzione della maggior parte della sostanza animale principio esclusivo alla buona qualità del carbone.

Con operazioni analoghe l'A. estrae il grasso dalle lane, l'olio dai semi oleosi.

AZIONE COMPARATIVA DEL FOSFORO ROSSO E DEL FOSFORO BIANCO SULLA ECONOMIA ANIMALE; ORFILA E RIGOUT.

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 201)

ESTRATTO.

Le esperienze comparative, dell' azione delle due qualità di fosforo sull'organizzazione animale, furono eseguite sopra cani introducendovelo nello stomato mescolato coi cibi di cui si nutrivano.

Incominciarono gli AA. ad amministrare il fosforo rosso alla dose di 2 grammi al giorno; al quarto giorno la portarono a 5 grammi. Il cane aveva ingerito già 36 grammi di fosforo rosso senza dar segno di alcun disturbo. Dopo due giorni di riposo amministrarono all'animale 2 grammi di fosforo ordinario. All'indomani l'animale era morto.

Le materie fecali del cane dopo l'ingestione del fosforo ordinario spandevano vapori fosforescenti; mentre nelle materie fecali, emesse durante tutto il resto dell'esperienza, vi si poteva perfettamente riconoscere il fosforo rosso.

Ripetendo la stessa esperienza sopra altro cane robusto incominciarono ad amministrare il fosforo rosso alla dose di 10 grammi portandola in seguito fino a 50 grammi il giorno; di maniera che in 12 giorni l' animale aveva ingerito 200 grammi di fosforo rosso.

Ucciso l'animale e fatto l'autopsia, non trovarono alcuna lesione.

Sopra altro cane del pari robusto esperimentarono di nuovo il fosforo ordinario amministrandone 2 grammi grossolanamente polverizzato. All'indomani l'animale era morto.

Volendo gli AA. ricercare quanto tempo il fosforo possa restare dopo la morte negli organi dell'animale allo stato di fosforo libero non apersero il cadavere che al 14° giorno. Trovarono gli organi di questo animale ancora freschi come se fosse morto da pochi minuti; mentre un altro cane non avvelenato col fosforo, dopo tre giorni dalla morte trovavasi di già in uno stato di putrefazione avanzata.

Nell'esofago e nello stomaco del cane avvelenato trovarono una materia giallastra spumosa che spandeva vapori di fosforo. Riconobbero facilmente in quella materia il fosforo libero. Le pareti interne degli organi digerenti erano vivamente iniettate.

Gli AA. si sono valsi del solfuro di carbonio per separare il fosforo dal liquido trovato nello stomaco.

Dalle loro esperienze gli AA. deducono le seguenti conseguenze in caso di avvelenamento col fosforo:

1° Questo corpo può esistere negli organi allo stato libero, 15 giorni dopo la morte, e può rimanere in tale stato più lungo tempo ancora: in tal caso egli è facile comprendere quale partito ne possa trarre l'esperto incaricato di riconoscere l'avvelenamento.

2° La putrefazione è, in certi casi, singolarmente ritardata.

3° Il solfuro di carbonio è un buon dissolvente per separare il fosforo libero dalle materie colle quali trovasi mescolato nello stomaco e che mascherano le proprietà caratteristiche di questo metalloide.

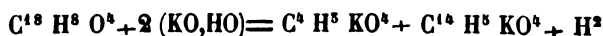
I fatti riportati dagli AA. dimostrano chiaramente che l'azione, esercitata sull'economia animale dal fosforo amorfo, non è assolutamente comparabile a quella prodotta dal fosforo ordinario; anzi può dirsi non essere quello velenoso.

SULLA PRODUZIONE ARTIFICIALE DELL'ESSENZA DI CANNELLA;

L. CHIOZZA.

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 222.)

Lo sdoppiamento che certi acidi organici, quali l'acido acrilico, l'acido angelico, l'acido cinnamico, subiscono sotto l'influenza della potassa fusa, determinò l'A. a fare alcuni saggi diretti ad ottenere le aldeidi di questi acidi, combinando per via sintetica le aldeidi degli acidi più semplici nei quali essi si scindono per l'azione della potassa. In altro lavoro l'A. ha dimostrato che sotto l'influenza della potassa l'acido cinnamico si sdoppia in acido benzoico ed in acido acetico, secondo la reazione seguente:

$$C^{18} H^{8} O^{4} + 2\,(KO,HO) = C^{4} H^{3} KO^{4} + C^{14} H^{5} KO^{4} + H^{2}$$

bisognava adunque produrre la reazione inversa, cioè con elementi benzoici ed acetici rigenerare l'acido cinnamico, o l'idruro di cinnamile.

Una mescolanza d'aldeide acetica e d'idruro di benzoile saturata di acido cloridrico e scaldata leggermente si colora in bruno scuro, emettendo molto acido cloridrico e buona parte dell'aldeide che sfugge alla reazione. Dopo alcuni minuti, la mescolanza si fa torbida per la separazione di gocciolette d'acqua. Distillando allora si raccoglie per primo dell'idruro di benzoile non alterato, quindi una piccola quantità di un liquido meno scorrevole, il quale rettificato ripetutamente e lavato con soluzioni alcaline, presenta la composizione ed i caratteri dell'idruro di cinnamile.

L'analisi di questa sostanza, il suo modo di formazione, il suo odore non lasciano alcun dubbio sulla natura di essa.

Preparata di recente essa è neutra, perfettamente limpida ed incolora; esposta all'aria si acidifica rapidamente, si colora e quindi si resinifica totalmente.

Il modo di reazione fra i due idruri può considerarsi come una eterificazione simile a quella a cui vanno soggetti gli acidi organici in presenza degli alcoli e dell'acido cloridrico.

L'A. non crede improbabile, che l'acido cloridrico, riagendo sopra l'una o l'altra delle aldeidi, dia luogo alla formazione dei cloruri $C^4 H^3 Ch$, o $C^{14} H^5 Ch$, i quali reagendo alla loro volta sulle aldeidi, rigenerino l'acido cloridrico e producano l'idruro di cinnamile.

SOPRA UN NUOVO METODO DI PREPARAZIONE DEI CLORURI E BROMURI DEI RADICALI ORGANICI; A. BÈCHAMP.

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 224)

ESTRATTO.

Oltre i due metodi già conosciuti per preparare i cloruri dei radicali organici, l'A. ne propone un terzo più facile e meno dispendioso, al quale venne guidato da alcune osservazioni sul modo

di agire del protocloruro di fosforo sugli acidi monoidrati e sugli eteri degli acidi stessi.

L'A. ottenne i migliori risultati impiegando le sostanze nelle quantità date dall'equazione seguente:

Sia R il radicale ossigenato di un acido anidro monobasico, RO la formola generale dell'acido organico anidro corrispondente, l'equazione è espressa da

$$2RO,HO+PCh^3 = Ch\,H+PO^3\,HO+2RCh.$$

Introducendo in una storta munita di recipiente l'acido monoidrato ed il protocloruro di fosforo nelle proporzioni date da questa equazione, l'A. ottenne facilmente la serie dei cloruri dall'acetile al valerile inclusivamente. I prodotti che si ottengono sono quasi del tutto puri fin dalla prima distillazione, quando i liquidi bollono a temperature alquanto diverse da quella che si richiede per far bollire il tricloruro di fosforo, la quale è di 79°.

Sostituendo il bromuro al cloruro di fosforo, e mantenendo le proporzioni indicate dalla precedente equazione. Si ottengono colla stessa facilità i bromuri dei radicali organici corrispondenti agli acidi monoidrati rispettivi.

RICERCHE SUL TUNSTENO E SU QUALCUNA DELLE SUE COMBINAZIONI; DI A. RICHE.

(*Comp. Rend. t.* 42, *p.* 203)

Per preparare il tunsteno metallico, l'A. ricorse alla riduzione dell'acido tunstico coll'idrogeno ed a quella del cloruro col sodio. Se si fa passare, egli dice, una corrente d'idrogeno puro e secco in un tubo di porcellana lutato contenente dell'acido tunstico, e si scalda al rosso durante due ore almeno, col mezzo dell'arso (coke) in piccoli pezzi, vi rimane una materia che non contiene più ossigeno. Quando si opera ad una temperatura più bassa, vi resta sempre una quantità più o meno considerevole di ossidi inferiori.

Il tunsteno prodotto a questa temperatura non è punto fuso, tampoco agglomerato; esso si presenta in piccoli grani cristallini, suscettibili di prendere l'aspetto metallico col fregamento, ed incide con facilità il vetro; collocato in un fuoco tanto gagliardo da ramollire e deformare il crogiuolo, si mantiene solido. L'A. è riescito a fonderlo sottoponendolo all'azione d'una poderosa corrente elettrica prodotta da 200 elementi di Bunsen; in queste condizioni, una porzione del metallo si ossida e brucia con fiamma azzurra, la quale presenta delle bellissime tinte se viene proiettata sopra un diaframma bianco.

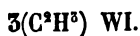
Il tunsteno nell'aria non si ossida che ad una temperatura elevatissima, ed anche nell'ossigeno secco l'azione è lenta. Non brucia nel cloro secco, ed è necessario che la sua temperatura sia portata a circa 300° perchè avvenga la combinazione.

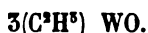
L'acido azotico lo cangia dopo alcuni giorni in acido tunstico mantenendolo alla temperatura di 70° ed 80°. L'acqua regia agisce con un po' più di rapidità. Gli acidi solforico e cloridrico concentrati lo trasformano in ossido azzurro, quindi in acido tunstico.

L'acqua distillata aerata sembra senza azione su di esso, anche dopo il contatto di un mese e mezzo; lo stesso è di un' acqua alcalina, se quest'acqua medesima però contiene un poco di acido solforico si colora lentamente in azzurro. Questo metallo non viene ossidato dall'acqua a 100°, ma al rosso la decomposizione dell'acqua si fa colla più grande energia; il tunsteno si gonfia e si converte in ossido.

Se si chiuda ermeticamente in un tubo di vetro del tunsteno e dell'ioduro d'etile, e quindi si scaldi alla temperatura di circa 240°, dopo alcuni giorni di contatto si vedono nuotare nel liquido dei piccoli aghi perlacei che costituiscono un ossioduro di tunsteno.

Sostituendo l'ioduro di metile a quello di etile l'azione procede con maggiore regolarità, ed il prodotto della distillazione, oltre all'ioduro di metile inalterato, contiene un liquido viscoso che bolle ad una elevata temperatura. Agitato con un miscuglio tiepido di alcole ed etere si separa un olio; svaporandosi l'etere resta una sostanza che, convenevolmente depurata, cristallizza in larghe tavole scolorite, si fonde verso 110° e presenta all'analisi la composizione infrascritta

$$3(C^2H^3)\ WI.$$

L'ioduro, agitato con ossido d'argento recentemente precipitato, produce una polvere bianca che è l'ossido:

$$3(C^2H^5)\ WO.$$

Esso si combina cogli acidi producendo sali incristallizzabili, i quali, debitamente concentrati si rapprendono in un liquido viscoso, da cui gli alcali riprecipitano l'ossido precedente. Questi sali si producono egualmente facendo agire sull'ioduro gli acidi corrispondenti.

Per determinare l'equivalente del tunsteno, l'A. ha ridotto per mezzo dell' idrogeno l' acido tunstico WO^3. Il peso dell' acqua raccolta, quello del tunsteno rimasto condussero al numero 87. Questa cifra è alquanto più bassa di quella ammessa finora; il che non deve sorprendere, giacchè si valsero per questa determinazione di un acido che, per la sua origine, era mescolato a dell'alcali; a ciò ha evitato l'A. preparando l'acido tunstico, sia calcinando un sale ammoniacale, sia precipitandolo coll'acqua dal cloruro puro e sublimato.

Volendo l'A. ottenere il tunsteno dalla riduzione del cloruro per mezzo del sodio, si procurò in abbondanza del composto rosso conosciuto sotto il nome di *cloruro di tunsteno.* Scaldato questo cloruro col sodio in un tubo pieno d'idrogeno, ha dato costantemente all'A. dell'acqua e dell'ossido di tunsteno; fu quindi condotto ad ammettere che il preteso cloruro fosse un composto ossigenato: diffatti, sottoposto all'analisi, ha dato dei numeri che corrispondono esattamente alla formola,

$$WCh^2O.$$

Che questa sia la sua composizione lo comprova la reazione che subisce in contatto dell'acqua; esso si scinde in acido tunstico ed in acido cloridrico senza sviluppo d'idrogeno. Infatti

$$WCh^2O + 2HO = WO^3 + 2HCh,$$

reazione che non potrebbe spiegarsi ammettendo pel composto rosso la formula WCh^2.

Esistono dei cloruri di tunsteno non ottenuti finora probabilmente per la facilità con cui questi si cangiano in ossicloruro rosso per la presenza della più piccola quantità di acqua.

Tricloruro di tunsteno. — Questo composto si ottiene dirigendo una corrente di cloro secco sul tunsteno puro scaldato in un tubo di porcellana dal quale siasi previamente scacciata l'aria e l'umidità col mezzo d'una corrente d'idrogeno secco. Il tricloruro di tunsteno cristallizza per sublimazione in lunghi aghi di color grigio d'acciaio, che fondono alla temperatura di 218° in un liquido, il quale poscia si solidifica in un bottone metallico grigio all'aspetto, e nella sua frattura somiglia all'iodo. L'acqua lo decompone istantaneamente. La sua analisi conduce esattamente alla formula WCh^3.

Bicloruro di tunsteno. — Questo corpo si forma in piccolissima quantità riducendo coll'idrogeno il cloruro precedente entro tubo di vetro. Si arresta l'operazione quando non si sviluppa più acido cloridrico. Rimane nel tubo una piccola quantità di un prodotto bruno-nerastro, che dall'analisi risulta avere la composizione WCh^2.

Bisolfuro di tunsteno. — Questo composto è più difficile di ottenersi che non quello corrispondente all'acido tunstico. L'A. lo ottenne riscaldando insieme, pesi eguali di ditunstato di potassa e solfo, entro crogiuolo di terra fino a fusione tranquilla della materia. Trattando il residuo con acqua, si discioglie il tunstato di potassa e vi rimane il solfuro che si raccoglie sul feltro. Esso è una materia nera, cristallizzata in piccoli aghi, che si ossida al calore rosso in contatto dell'aria, ovvero a 50° in presenza dell'acido nitrico, e che presenta esattamente all'analisi la composizione del bisolfuro di tunsteno.

Ricerche sperimentali sulle figure d'equilibrio di una massa liquida senza peso del professore PLATEAU.

(*Rapporto del signor* Maus *estratto dal Bullettino dell'Accademia Reale del Belgio*, — *tom.* 23 — *parte* 1ª 1856)

Il professore Plateau ha presentato all'Accademia, nella sua riunione del 4 agosto decorso una memoria contenente: *La teoria delle modificazioni che subiscono, sotto l'influenza dei movimenti vibratori, le vene liquide lanciate da orifizi circolari.*

Questo lavoro forma la terza parte delle *ricerche sperimentali e teoriche sulle figure di equilibrio di una massa liquida senza peso,* che hanno conquistato nell'anno decorso al loro autore il premio quinquenniale delle scienze fisiche e matematiche.

Per apprezzare la teoria sviluppata nella presentata memoria, conviene richiamare i fatti osservati da Savart, le spiegazioni che ne dà e le considerazioni teoriche, o leggi, esposte da Plateau sulla costituzione delle vene fluide che servono di base alla teoria da esaminarsi.

Chiunque ha rimarcato che l'acqua, uscendo da un vaso per un orifizio circolare, forma una vena che a partire dall'orifizio conserva la limpidità del cristallo su una certa parte della sua lunghezza, al di là della quale diviene torbida.

Esaminando con attenzione una vena liquida cadente dall'alto al basso di un orificio circolare, Savart ha scoperto, coll'aiuto di mezzi di osservazione ingegnosissimi più circostanze molto interessanti, e fra le altre che, vicino all'orifizio, si formano nella vena dei rigonfiamenti annulari separati da dei gorghi o nodi che sviluppandosi lungo la parte liquida, formano le goccie sferiche che compongono la parte torbida.

Savart attribuisce questi rigonfiamenti annulari ad una successione periodica di pulsazioni che hanno luogo all'orificio stesso.

Plateau, in seguito a molto rimarcabili esperienze, che presentano per lo studio dei fenomeni capillari l'utilità di un microscopio, ha riconosciuto che un cilindro liquido si trasforma, per l'azione della forza molecolare in una serie di sfere, ed attribuisce alla medesima azione molecolare, i rigonfiamenti e goccie che Savart ha veduto nelle vene liquide sottomesse all'azione della gravità.

L'esame delle opinioni emesse da questi due abili fisici non mi ha permesso di adottarne una immediatamente senza restrizione.

Io non ho compreso a prima giunta come la gravità producesse le pulsazioni prossime all'orificio, alle quali Savart ha attribuito l'origine dei rigonfiamenti o ventri ch'egli ha osservato.

D'altra parte, io ho pena ad ammettere con Plateau, che in un fenomeno principalmente prodotto dalla gravità, questa forza resti completamente eliminata, per attribuire la configurazione della massa in movimento esclusivamente alla forza molecolare molto inferiore alla gravità.

La mia esitazione si è accresciuta quando ho rimarcato che per giustificare l'eliminazione della gravità, Plateau considera questa forza come agente sulla vena liquida solo a partire dall' orifizio di scolo, senza considerare la sua azione sul liquido contenuto nel vaso, azione che per la maniera con cui attira le molecole liquide verso l'orifizio esercita sulla forma della vena sortita dal vaso un effetto, che i fenomeni conosciuti sotto la denominazione di *contrazione* ed *inversione della vena* non permettono di revocare in dubbio.

Le belle esperienze sulle vene liquide che il professore Richelmi rinnuova in ciascun anno allo stabilimento Idraulico della Parella, presso Torino, facendomi vedere una specie di opposizione fra le diverse figure dell'orificio esperimentate ed i profili ch'esse facevano nascere nella vena a piccola distanza, non mi avevano punto preparato a fare astrazione dall'azione interiore sulla forma della vena.

Per dissipare i miei dubbi, sono ricorso alle leggi conosciute della gravità per determinare diverse circostanze del fenomeno dello scolo, e questo studio mi ha condotto a concludere che la gravità agendo sull'acqua contenuta nel vaso, che alimenta la vena liquida, produce effettivamente le pulsazioni annunciate da Savart.

Questo fenomeno si spiega nel modo seguente:

La porzione di vena fluida contenuta nel vaso, in virtù dell'aderenza delle molecole liquide, trascina nel suo movimento una parte della massa fluida che la contorna, e che sostenuta dal fondo del vaso, non riceve una impulsione diretta dalla gravità.

Questa massa liquida in movimento accompagna la vena fino a che sia arrestata dal fondo del vaso, che produce un arresto brusco, comparabile ad un colpo di ariete idraulico; la forza viva del liquido arrestato determina una pressione, che agendo alla sua volta contro il fondo del vaso e lateralmente fa penetrare nella vena una parte del liquido che la involge. Questa penetrazione incontra tanto meno opposizione da parte delle molecole esteriori della vena, quanto più, per il loro contatto con l'acqua ambiente, hanno comunicato e per conseguenza perduto della loro forza viva.

Questa pressione laterale, che soffre la vena e v'introduce una parte dell'acqua che la circonda, produce la conicità o contrazione che si osserva all'esterno e presso l'orificio, e che resulta dal movimento verticale della vena combinato con la direzione orizzontale che dà il fondo del vaso all' acqua introdotta lateralmente.

Delle numerose esperienze hanno stabilito che la conicità o contrazione della vena riduce la sezione di scolo ai $^2/_3$ circa della sezione dell' orificio.

L'aderenza tra le molecole liquide, trasmettendo una parte della forza viva della vena al liquido che la circonda, produce dunque un effetto direttamente opposto all'azione della gravità e paragonabile all'azione della valvula dell'ariete idraulico, perchè il ristringimento o contrazione è tanto più energico, quanto più considerabile è la velocità della vena, nel modo stesso che la valvula arresta l'efflusso allorchè è troppo rapido, ma colla differenza che la contrazione modifica soltanto mentre la valvula intercetta il passaggio dell'acqua.

Perchè l'efflusso sia costante, fa d'uopo che l'azione contraente sia anche essa costante. Ma l'inerzia dell'acqua, che si oppone a ciò che la contrazione cresca e diminuisca istantaneamente con la velocità della vena, impedisce che possa stabilirsi un equilibrio stabile fra la velocità della vena e l'energia della contrazione. Riandiamo infatti all'origine del movimento; la vena dovea agire qualche tempo sull'acqua contigua per trascinarla seco, e quest'acqua, una volta in movimento non rallenterà la sua corsa nell' istante stesso in cui la vena perderà per la contrazione una parte della sua forza viva.

L'efflusso, dopo essere stato superiore, diverrà dunque inferiore, poi di nuovo e successivamente, superiore e inferiore a quello che determina l'equilibrio fra le azioni diretta e indiretta della gravità sull'acqua che alimenta la vena liquida.

L' azione della gravità sulla forma della vena liquida non si limita a questo solo effetto; questa forza tende ancora ad allontanare l'une dalle altre le molecole, che, collocate sopra un medesimo piano orizzontale, non possiedono la medesima velocità, come ora vedremo

Supponiamo che due corpi o molecole siano successivamente abbandonati alla gravità a partire da un medesimo punto.

Chiamando E ed E' gli spazi percorsi dal primo e dal secondo mobile, durante i tempi t e t', decorsi dopo la loro partenza fino all'istante in cui si vuol conoscere l'intervallo che li separa, che è rappresentato da E—E', si ha;

$$E = \frac{1}{2} g\, t^2, \quad E' = \frac{1}{2} g\, t'^2$$

ed $$E - E' = \frac{1}{2} g\, (t^2 - t'^2).$$

Ma t non differisce da t' che per il tempo trascorso fra le due partenze che designeremo con x, di modo che:

$$t = t' + x$$
$$t^2 = t'^2 + 2\, t' x + x^2$$

donde

$$E - E' = \frac{1}{2} g\, (t'^2 + 2xt' + x^2 - t'^2) = \frac{1}{2} gx^2 + gxt'.$$

Questa espressione generale dell'intervallo che separa due corpi o molecole dopo un tempo t decorso dopo la partenza del secondo, contiene due quantità: l'una costante $\frac{1}{2} gx^2$ rappresenta il cammino descritto dal mobile al momento di partenza del secondo; l'altro, proporzionale alla durata della caduta del secondo fa vedere che l'intervallo cercato cresce con il tempo della caduta.

Allorchè in luogo di partire da un medesimo punto i due mobili partono da punti situati a diverse altezze, le estremità degli spazi E, ed E' potranno trovarsi accidentalmente sulla stessa orizzontale, allorchè la quantità $\frac{1}{2} gx^2 + gxt'$ sarà uguale alla differenza di livello fra i due punti di partenza; ma questa quantità crescendo col tempo t' fa vedere che il primo mobile si allontanerà di più in più dal secondo, animato da una minore velocità.

Il movimento della vena liquida si trasmette all' acqua contigua per mezzo della superficie esteriore che perde una parte della sua forza viva, e diviene una causa di ritardo per lo strato seguente più ravvicinato all'asse della vena, e così di seguito fino al centro, ove la perdita di forza essendo la minore, la velocità di scolo è la più grande.

La gravità allontanerà dunque non solamente le molecole che avranno alimentato successivamente la vena liquida, ma ancora le molecole di una medesima sezione orizzontale animate da differenti velocità, e allorchè quest'azione sarà stata assai prolungata per dividere la massa fluida, la forza molecolare interverrà per imprimere alle masse isolate la forma sferica che prendono le goccie.

Rimarchiamo infine che l'uguaglianza osservata da Savart negli intervalli di tempo che separano gli urti della vena divisa contro una membrana, qualunque sia la distanza che separa questa membrana dall'orifizio di scolo, si deduce dalle leggi della caduta dei corpi; infatti, se noi dividiamo l'intervallo fra due corpi sottomessi successivamente alla gravità, che è rappresentato dall'espressione

$$\frac{1}{2}gx^2+gxt'$$

per la velocità del secondo mobile mentre percorre questo intervallo, otterremo il valore del tempo cercato.

La velocità del secondo mobile durante il tempo t', è gt' e dopo il tempo $t+x$ (che corrisponde all'intervallo che lo separa dal primo mobile), esso diviene $g\,(t'+x)$.

La velocità passando dal valore gt' a quello di $g\,(t'+x)$ per un accrescimento uniforme, si può concludere che la velocità media del secondo mobile, mentre ch'egli percorre l'intervallo che lo separa dal primo ad un istante dato è uguale a:

$$\frac{gt'+g\,(t'+x)}{2}=\frac{1}{2}gx+gt'$$

Il tempo cercato ha dunque per espressione

$$\frac{\frac{1}{2}gx^2+gxt'}{\frac{1}{2}gx+gt'}=x.$$

Questo valore, indipendente dal tempo della caduta e per conseguenza dalla distanza percorsa, giustifica o piuttosto spiega l'osservazione di Savart.

Io penso adunque che la gravità abbia una grande influenza sulla configurazione della vena fluida, e provo un vero dispiacere di non potere ammettere, senza restrizione, le leggi proposte da Plateau per spiegare la costituzione delle vene fluide.

Facciamo l'esame delle modificazioni prodotte nella forma delle vene liquide nate in un mezzo tranquillo dalle vibrazioni trasmesse al vaso ove esse scolano sia per il suono, sia per il contatto di un corpo vibrante.

Dopo avere ammesso che i rigonfiamenti ed i gorghi delle vene

liquide sono prodotti da un movimento oscillatorio, Savart spiega in una maniera generale tutte le modificazioni che un corpo sonoro produce nella forma della vena fluida per l'azione che esercitano le vibrazioni dell'istrumento su quelle della vena, e trasforma così un fenomeno idraulico in una questione di Acustica.

Mentrechè Plateau, attribuendo la forma delle vene liquide all'azione molecolare, spiega l'influenza dei suoni su questa forma, ammettendo che le vibrazioni trasmesse al vaso fanno nascere o preparano i rigonfiamenti ed i gorghi che l'azione molecolare deve poi formare.

Richiamiamo prima di tutto i principali fatti osservati da Savart.

All'istante in cui si produce un suono del medesimo tuono di quello prodotto dalla vena che urta in una membrana tesa, si vede la lunghezza della porzione limpida della vena scorciarsi e ridursi qualche volta di più di $^2/_3$.

Il diametro del getto parrebbe aumentato, come pure quello dei rigonfiamenti della parte torbida.

I medesimi fenomeni si producono con più d' intensità e fino al punto di fare rimontare la parte torbida fino all'orificio, allorchè l'istromento producendo il medesimo tuono è messo in contatto con il vaso che alimenta la vena.

Allorchè le vibrazioni del suono prodotto e del suono della vena coincidono periodicamente, si vede la parte limpida della vena accorciarsi anch'essa periodicamente.

Ecco la spiegazione di questi fenomeni:

1° Secondo Savart, le vibrazioni del medesimo tuono di quelle che affettano la vena, aumentano l'ampiezza di queste, fanno crescere i rigonfiamenti, vuotano i gorghi della vena, e cagionano così la formazione di goccie che compariscono dopo un minor tragitto; la porzione limpida dunque si raccorcierà e la parte torbida si avvicinerà all'orifizio.

L'accrescimento di ampiezza delle pulsazioni non cangia già il volume di acqua scolato in un tempo perchè l'aumento di volume scolato durante il periodo della minore azione contraente compenserà la riduzione di volume dovuta alla contrazione più energica durante il periodo contrario.

Il volume scolato restando il medesimo, si concepisce che se i gorghi sono più profondi, i rigonfiamenti saranno più marcati, e

che il diametro di questi rigonfiamenti, così aumentato, farà parere più grande quello della vena, e sarà in effetto più grande nella parte torbida.

Le vibrazioni dell'istrumento sonoro, trasmesse direttamente al vaso che alimenta la vena, saranno naturalmente più energiche che se agissero per l'intermedio dell'aria; il loro effetto sarà dunque più grande.

Allorchè il suono dell' istrumento, senza avere il tuono della vena, è prodotto da vibrazioni che coincidono periodicamente con quelle della vena, le prime agiranno periodicamente sulle seconde, e questa azione sarà marcata per un raccorciamento della porzione limpida che, cessando con la causa, si riprodurrà come essa periodicamente; così si spiega una variazione di lunghezza prodotta da un solo suono.

2° Dietro la teoria del nostro abile fisico, l'uniformità del tuono nei suoni dell'istrumento e della vena, corrisponde a delle azioni simultanee di contrazione prodotte dalla forza molecolare e dalla vibrazione del vaso; queste due azioni agendo simultaneamente devono produrre degli effetti più marcati, vale a dire dei rigonfiamenti più grossi, e dei gorghi più profondi che quelli prodotti dalla sola forza molecolare.

In questa teoria come nell'altra, i rigonfiamenti più grossi dei gorghi più profondi spiegano la formazione più rapida delle goccie, i raccorciamenti della porzione limpida ed il ravvicinamento della parte torbida all'orificio di efflusso.

Si concepisce ugualmente l'accrescimento apparente del diametro della parte limpida e dei rigonfiamenti della parte torbida.

L'azione diretta e più energica deve ugualmente produrre degli effetti più marcati.

Il raccorciamento periodico della porzione limpida della vena si spiega anche in questa teoria per la coincidenza periodica delle due azioni molecolare e vibratoria.

La differenza fra le due ipotesi fondamentali della configurazione delle vene fluide in un mezzo tranquillo non modifica dunque in una maniera così completa quanto di prima vista si sarebbe tentato di credere, le spiegazioni dell'influenza delle vibrazioni sulla forma delle vene liquide che fanno seguito alla teoria della costituzione delle vene liquide del sapiente nostro confratello; queste spiega-

zioni hanno anzi il merito di potere, mediante leggieri cangiamenti, servire a completare la teoria che Savart ha esposto in una maniera generale e che, a nostro avviso, è preferibile.

Il professore Plateau ha terminato la sua memoria con la descrizione di molto interessanti esperienze che mostrano l'influenza che esercita su di una vena liquida lanciata obliquamente un suono che, partendo dal tuono della vena si allontani gradualmente fino alla doppia ottava grave.

La spiegazione dei resultati osservati rientra nel sistema di cui abbiamo tentato dare un'idea e non si presta ad una analisi.

SUGLI EFFETTI CALORIFICI DELLE CORRENTI MAGNETO-ELETTRICHE E SUL VALORE MECCANICO DEL CALORE

Memorie di J. P. JOULE.

(*Phil. Mag.*, *tom.* 23, *pag.* 263, 347, *e* 433)

Nel T. II a pag. 273 di questo giornale ci siamo affrettati di descrivere un'esperienza del sig. Foucault colla quale si prova che una massa di rame si riscalda allorchè si fa ruotare fra i poli di una forte elettro-calamita. In questo annunzio che noi accompagnavamo con alcune considerazioni tendenti ad indicare cosa si doveva fare onde completare quella esperienza affinchè non rimanesse una semplice prova delle proprietà calorifiche delle correnti indotte, dimenticammo le memorie che sin dal 1843 il sig. Joule avea lette all'Associazione Brittanica di Cork sopra questo argomento. Ci sia di qualche scusa il silenzio dello stesso sig. Foucault sulle esperienze del sig. Joule, mentre ci sollecitiamo a riparare a quella dimenticanza col seguente riassunto delle esperienze stesse.

Il sig. Joule descrive nella prima memoria l'apparecchio con cui ha cercato di misurare gli effetti calorifici delle correnti magneto-elettriche. Quest'apparecchio consiste in una spirale di filo di rame che ha nel suo interno diversi cilindri di ferro dolce, isolati fra loro con fogli di carta verniciata. Questa spirale elettro-magnetica

è contenuta in un tubo di vetro chiuso alle estremità e fissato orizzontalmente ad un asse verticale al quale può essere comunicato un rapido movimento di rotazione. Le estremità della spirale terminano in due pozzetti di mercurio di forma semicircolare, i quali fanno la funzione di un comutatore, per cui la corrente indotta in una rivoluzione intera entra nel galvanometro nella stessa direzione: per tal guisa il circuito non rimane aperto che per un piccolo intervallo di tempo corrispondente all'inversione della induzione. Le calamite inducenti erano due grosse elettro-calamite i di cui poli opposti venivano ad abbracciare l'elettro-calamita mobile.

Prima di cominciare l'esperienza il tubo di vetro che contiene l'elettro-calamita rotante è riempito con circa 10 oncie d'acqua la di cui temperatura è misurata col mezzo di un termometro molto delicato che permette di valutare distintamente una variazione di $^1/_{80}$ di grado di Fahrenheit. Presa la temperatura dell'acqua, l'apparecchio è rimesso al posto e fatto rotare per un quarto d'ora, durante il qual tempo si ha cura di notare la deviazione dell'ago del galvanometro e la temperatura della stanza. Finita la rotazione è di nuovo presa la temperatura dell'acqua. L'A. ha raccolto in diversi quadri i risultati delle sue esperienze i quali danno la deviazione fissa del galvanometro ottenuta sotto la rotazione dell'elettro-calamita e l'aumento di temperatura dell'acqua in cui l'elettro-calamita è immersa. Da questi resultati l'A. giunge alla conclusione che il *calore svolto dalla spirale dell'elettro-calamita ruotante è proporzionale al quadrato della intensità della corrente, e quindi soggetto alle stesse leggi che regolano lo sviluppo del calore della corrente continua di una pila.*

Nella seconda parte della sua memoria il sig. Joule imprende a studiare il calore svolto nella spirale suddetta da una corrente voltiana insieme alla quale circola la corrente che è indotta dalla rotazione, ora in senso contrario, ora nello stesso senso. A questo effetto si fa passare la corrente di una pila nella spirale elettro-magnetica; ognuno sa che se questa corrente fosse abbastanza forte, anche senza l'aiuto di altra forza, la spirale si metterebbe a ruotare, allorchè entrano in azione le grosse elettro-calamite. Infatti l'Autore ha trovato che la forza necessaria per far ruotare la spirale era molto diversa nei due casi, cioè piccola quando la ruotazione avveniva nel senso in cui tendeva a muoversi la spirale per le azioni elettro-

magnetiche, e molto maggiore invece quando si faceva ruotare in senso opposto. In un caso dunque l'apparecchio del sig. Joule presentava le proprietà di un motore elettro-magnetico e nell'altro invece si realizzava la distruzione, *the expenditure,* del potere meccanico.

Avendo in mente le leggi dell'induzione e la relazione esistente fra la direzione della corrente indotta in una spirale per un certo movimento e il senso in cui questa spirale si muoverebbe per l'azione elettro-dinamica così generata, che è ciò che si chiama da alcuni la legge di Lenz, ne viene che, allorquando la spirale elettro-magnetica del sig. Joule ruota come se fosse un motore elettro-magnetico, la corrente indotta è in senso contrario della corrente voltiana che già circola nella spirale. Se invece si fa ruotare la spirale in senso opposto, la corrente così indotta circola nel senso stesso della corrente voltiana. Nel primo caso la corrente è minore che nel secondo, come lo è pure il riscaldamento della spirale. Dai resultati di questa seconda serie d'esperimenti l'A. è condotto a confermare la precedente conseguenza sulla generalità della legge dello svolgimento del calore da una corrente elettrica. Notiamo però che la induzione elettro-magnetica diviene così un agente, capace col soccorso di mezzi semplicemente meccanici, di distruggere o di generare del calore.

Eccoci finalmente alla terza parte delle ricerche del sig. Joule. Dopo aver provato, dice l'A., che il calore è generato in una macchina elettro-magnetica e che per mezzo del potere inducente del magnetismo possiamo distruggere o accrescere a volontà il calore prodotto dai cambiamenti chimici, diviene un argomento di grande importanza il ricercare quale è il rapporto che esiste fra questo calore e il potere meccanico guadagnato o perduto.

A questo effetto l'A. non ha fatto che ripetere con maggior cura alcuni degli esperimenti precedentemente descritti, tenendo conto nel tempo stesso della forza meccanica necessaria per far ruotare la spirale elettro-magnetica.

Il modo più semplice per ottenere questa determinazione era di avvolgere all'asse della spirale stessa una funicella che poi passava sopra una carrucola portante alla estremità un piatto caricato da diversi pesi. In una delle esperienze descritte dall'A. fu trovato che per mantenere nella spirale una velocità di 600 giri per minuto,

allorchè le elettro-calamite erano in attività, bisognava che il piatto fosse caricato di un peso di 5 libbre e 3 once (1); il moto essendo reso uniforme si trovò che il peso discendeva in ragione di 517 piedi per 15 minuti. Togliendo la corrente, per cui il moto della spirale non era più contrariato che dall'attrito e dalla resistenza dell'aria. quella ruotazione era ottenuta dal peso di sole 2 lib. e 13 oncie. La differenza, 2 lib. e 6 oncie, rappresenta la forza spesa allorchè la corrente circola nell'elettro-calamita per vincere le attrazioni e le repulsioni elettro-magnetiche. Da ciò concludeva Joule, fondandosi sulla legge già trovata del riscaldamento, e fatto il calcolo del calore svolto dall'intero circuito, secondo la legge di Ohm, che la quantità di calore che riscalda di 1° F., 1 lib. d'acqua equivale ad un lavoro meccanico rappresentato dall'innalzamento di un peso di 896 libbre all'altezza di un piede. Come ben si vede l'A. non tien conto in questa deduzione dell'azione chimica della pila, imperocchè la pila non esiste che nelle grosse elettro-calamite inducenti fra le quali si fa ruotare la spirale indotta: in questa esperienza solamente è stabilito che per far ruotare una spirale chiusa oppure una massa metallica, come l'ha fatto Foucault ripetendo l'esperienza di Joule, fra i poli di una calamita, occorre una forza maggiore di quella che si esige quando la calamita non esiste. Si è immaginato che questa forza maggiore, impiegata per vincere le attrazioni e le repulsioni svolte fra la calamita e le correnti indotte nella spirale, fosse restituita sotto forma di calore svolto dalle correnti indotte: quindi dai numeri ottenuti nelle citate esperienze è resultato ciò che è stato chiamato l'equivalente meccanico del calore.

In un'altra serie d'esperienze il sig. Joule aveva introdotto la pila anche nella spirale elettro-magnetica ruotante. Come nel caso precedente per comunicare una certa velocità uniforme di ruotazione alla spirale alloraquando i circuiti delle pile erano chiusi, e il moto era in senso contrario a quello che avrebbe preso un motore elettro-magnetico, fu necessario un peso maggiore di quello che quando le azioni elettro-magnetiche non esistevano. In uno di questi esperimenti nel quale il peso discendeva di 551 piedi in 15 minuti, occorreva un eccesso di libbre 3 e 12 oncie per vincere le azioni elettro-magnetiche. Secondo la nota legge che stabilisce il calore essere proporzionale

(1) **La libbra di cui parla l'A. è la libbra inglese di once 16.**

al quadrato della intensità della corrente, e deducendo colla legge di Ohm, il calore svolto dall'intero circuito della spirale ruotante, si aveva 9°, 92 F., per il riscaldamento di una libbra d'acqua. Allorchè l'elettro-calamita ruotante era stazionaria, la corrente continua avrebbe svolto nello intero circuito una quantità di calore espressa da 4°, 08, F., per 1 libbra d'acqua in 15 minuti, che è il tempo che ha durato l'esperienza colla spirale ruotante. A questo punto l'A. prendendo le quantità di calore come proporzionali alle chimiche reazioni della pila, e queste come espresse dalle intensità delle correnti, deduce che 5°, 38 sarebbe il calore dovuto ad un'azione chimica corrispondente alla corrente che si ha quando la spirale ruota, e che resulta dalla corrente continua della pila che circola nella spirale ruotante e più dalla corrente indotta che è nello stesso senso della corrente continua. Il numero invece ottenuto coll' esperienza è 9°, 92. Dunque, dice il sig. Joule, vi sono 4°, 54 di calore sopra quello dovuto ai chimici cambiamenti della pila, i quali nascono al potere meccanico consumato, potere che è capace d'innalzare un certo peso ad una certa altezza.

Noi non staremo a descrivere gli altri resultati delle esperienze del sig. Joule i quali, quantunque non molto conformi fra loro, sono tuttavia assai prossimi per poter stabilire che la quantità di calore necessaria per innalzare da 0° ad 1° C. la temperatura di 1 chilogrammo d'acqua è equivalente ad un lavoro meccanico ottenuto in questi esperimenti coll'intermezzo dell'induzione elettro-magnetica, espresso da 460 chilogrammi innalzati ad 1 metro di altezza.

Non è certamente necessario di fermarsi a mostrare quanta è la importanza di questi risultamenti, che dall'epoca in cui furono per la prima volta ottenuti dal sig. Joule sino ad oggi, hanno sempre ricevuto sviluppamento e conferma. Osserviamo però prima di lasciare affatto questo soggetto che nelle esperienze del sig. Joule non è tenuto conto dell'azione chimica e del calore svolto nella pila che genera l'elettro-magnetismo inducente, e che in quelle esperienze in cui una corrente circola nella spirale elettro-magnetica e che è accresciuta o diminuita dalla corrente indotta, secondo il senso della ruotazione, non è stato determinato qual era realmente l'azione chimica e quale la quantità di calore che si svolgeva nella pila allorchè l'induzione aveva luogo. Quindi è che non troviamo in queste ricerche del signor Joule nè la prova rigorosa e diretta, nè la misura di

un principio che pure fu ammesso da alcuni autori che hanno recentemente scritto sulla teoria meccanica del calore e che si può nulladimeno ritenere per molto probabile, che cioè, allorquando la corrente di una pila circola in un elettro-calamita e genera un movimento rotatorio come nei motori elettro-magnetici, il calore sviluppato da quella corrente dovuta ad un'azione chimica costante è minore di quello che si produrrebbe nelle stesse condizioni se la macchina restasse in riposo, e che la differenza rappresenta il lavoro meccanico generato.

DIFFERENZA DI OPINIONI SULLA INDUZIONE ELETTRO-STATICA FRA I SIGNORI FARADAY E RIESS.

In una memoria letta nel 1854 all'Accademia di Berlino, Riess espose alcune obbiezioni intorno alle opinioni di Faraday sulla induzione; e da ciò ebbe origine una discussione, pubblicata nel fascicolo di gennaio ultimo scorso del *Philosophical Magazine*, sotto forma di lettere.

Disse Riess credere Faraday che l'induzione non sia prodotta da un'azione della elettricità attraverso allo spazio, ma che un corpo elettrizzato agisca solamente sopra le molecole del mezzo isolante che gli sono a contatto. Ma Faraday gli soggiunse che tale sua opinione era limitata ai casi ordinarii della induzione, e non al caso del vuoto; quando vi è materia, dice Faraday, essa è compresa nell'azione e quando non ve ne ha, l'azione seguita attraverso il vuoto.

Si rammenta al lettore che, anni sono, Faraday pose un disco metallico non isolato sopra la base superiore, e normale all'asse, di un cilindro di gomma lacca elettrizzato per confricazione; e siccome un piano di prova non riceveva per influenza che poca o nessuna carica quando era posto vicinissimo al centro del disco, mentre a maggiore distanza dal medesimo, e quindi dal cilindro, la detta carica era forte; e siccome in ambi i casi si aveva cura che alcuna linea retta dal piano di prova al cilindro, senza attraversare il disco, non potesse condursi, così Faraday, disse Riess,

vide in tutto ciò una prova che l'induzione si trasmette in *linee curve* non potendo attraversar la materia; e passò a considerare una lamina conduttrice interposta fra un corpo indotto ed uno inducente come un riparo, uno schermo pel corpo indotto alla azione induttiva del secondo. E pare che il nostro Melloni seguisse tali idee, quando in una sua esperienza da lui proposta per dimostrare in fallo, secondo lui, la teoria nota dell'induzione elettrostatica, credè difendere un elettroscopio dall'azione a distanza della macchina elettrica ponendo fra questa e quello una lamina metallica in comunicazione col suolo. Alcuni fisici in grazia del nome di Melloni (il quale però, è da rimarcarsi, che non lavorava nel campo ove ottenne tanta gloria) si affrettarono ad approvare la sua idea; ma a quest'ora, dopo più maturo consiglio, forse tutti si saranno ricreduti. Faraday stesso avverte a Riess che il suo fatto citato non dimostra che la possibilità di tal induzione *curva*, e che una tal lamina posta fra un corpo indotto ed un inducente può sovente diminuire, ma talora, se non fu posta in comunicazione col suolo, accrescere l'azion totale sul corpo indotto; e ciò in forza della elettricità dello stesso nome di quella del corpo inducente respinta sulla lamina in vicinanza all'indotto.

Il fatto di Faraday dianzi citato, per l'induzione in linee curve, rientra certamente nella antica teoria della induzione; giacchè se tal genere di induzione esistesse dovrebbe avvenire in tutti i casi generali, e avrebbe già a quest'ora, numericamente posto in fallo i resultati delle belle memorie di Poisson; memorie che partono da una teoria che non ha nulla di ipotetico, che si fonda sovra dati unicamente esperimentali. Certamente, dice Riess, è sommamente difficile per lo più l'analisi matematica per le comuni esperienze, ma la teoria non ne ha colpa, massimamente se nei singoli casi resta difficile al Fisico di figurarsi il resultato finale seguendo soltanto delle considerazioni generali.

Nel fascicolo di gennaio 1851 degl'Annali di scienze Matematiche e Fisiche, pubblicati in Roma dal Prof. Barnaba Tortolini vi è una memoria che il sig. Galli sotto la direzione del Prof. Mossotti fece sulla distribuzione della elettricità in un elissoide conduttore, indotto da una sfera coibente uniformemente elettrizzata. Estendendo maggiormente quel lavoro pensiamo che si troverebbe la spiegazione di quella esperienza di Faraday.

Ecco quali sono, se ben abbiamo inteso la lettera di Faraday diretta a Riess, le idee di quel primo sulla induzione. Tutte le molecole dei corpi, isolanti o no, sono conduttrici, vale a dire permettono nel loro intorno la quasi istantanea propagazione della elettricità; ma negl'isolanti non può avvenire scarica fra molecola e molecola, nei corpi conduttori sì, talchè la elettricità in questi ultimi si diffonde e si distribuisce alle loro superficie. Da ciò ne segue la polarizzazione molecolare di un coibente sottomesso ad una azione induttiva, analogamente alla polarizzazione magnetica del ferro dolce nella ipotesi di Coulomb. Noi avvertiremo che, a quanto ci pare, la resistenza alla propagazione della elettricità fra molecola e molecola coibente deve essere immensa, relativamente alla resistenza al passaggio della elettricità fra una particella coibente elettrizzata ed un'altra particella, poste a mutuo contatto; giacchè sappiamo che un pezzo di cera lacca elettrizzata comunica per contatto la sua elettricità alla superficie di un altro pezzo, allo stato naturale, nei punti toccati. Generalmente si crede che, come niun corpo è perfetto conduttore, così nessun corpo sia perfetto isolante; ossia si crede ad un certo grado di conducibilità anche dei migliori isolanti, massime alla loro superficie, ma Faraday non divide quest'opinione, od almeno crede che tale conducibilità non possa rendersi sensibile ordinariamente nella cera lacca, ad esempio, e nello zolfo.

Ecco una esperienza sulla quale principalmente discussero quei due scienziati. Un disco di gomma lacca è posto rapidamente in moto dall'alto al basso fra una fiamma e l'estremità del conduttore di una macchina elettrica. Si trova che la faccia anteriore del disco, quella che guarda il conduttore, rimane fortemente negativa.

Secondo Faraday la lamina, o disco isolante, in virtù di una polarizzazione molecolare, prende gli stati elettrici contrarii nelle sue due facce, negativo verso il conduttore e positivo verso la fiamma. Ma la fiamma, che è conduttrice ed in comunicazione col suolo, si elettrizza ella pure per influenza e *trasporta* della elettricità negativa sulla faccia della lamina che gli sta di fronte. Levando la lamina dall'azione induttiva cessa subitamente lo stato di polarizzazione molecolare, ma rimane carica negativamente la faccia della lamina che guardava la fiamma e che era stata caricata da essa. Se non fosse stata la fiamma, alcuna carica od azione

a distanza sopra un elettroscopio, non si sarebbe riscontrata nella lamina, giacchè lo stato di polarizzazione molecolare cessar deve coll'azione induttiva. Se la lamina si fosse caricata per induzione, come se fosse un conduttore, od analogamente per un debole sì, ma sensibile grado di conducibilità, non la faccia soltanto rivolta al conduttore si sarebbe trovata carica dopo cessata la induzione, ma ambedue le facce della lamina. Secondo Riess, dice Faraday, è la superficie rivolta al conduttore che deve rimaner carica negativamente, e ciò in forza di una carica indotta non interamente scaricata, ossia non ritornata completamente allo stato naturale. secondo la mia maniera di vedere è la sola faccia rivolta alla fiamma che deve essere, e rimanere, carica negativamente. Faraday poi trovò che posando la lamina sopra il disco di un elettrometro, essa lamina comunicava all' istrumento sempre una forte carica negativa, ma che questa era maggiore quando era la faccia che era stata rivolta alla fiamma che toccava il detto disco conduttore; ciò che dimostra (per quanto, dice Faraday, il soggetto lo comporta) che la carica era veramente su quella ultima faccia. E non può vedere questo Fisico come si potrebbero spiegare questi fenomeni ammettendo un certo grado di conducibilità nel coibente; giacchè secondo alcune sue esperienze le lamine coibenti impiegate non gli parvero avere alcun grado sensibile di conducibilità. Ecco la risposta che Riess dà a tali osservazioni.

È ammesso che una lamina interposta fra un corpo indotto ed un inducente, conduttrice o no, è immediatamente caricata per induzione delle due elettricità che si dispongono sulle sue due facce. Se la lamina è conduttrice so determinare con la esperienza la distribuzione delle due elettricità, e quindi rendermi conto dell'effetto dovuto alla lamina; se questa non è conduttrice, posso immaginarmi una certa distribuzione della elettricità su di essa che mi renda ragione del fenomeno. D'altronde so dalla esperienza, dice Riess, che tale distribuzione è nel fatto analoga a quella che avrebbe luogo in una lamina conduttrice; perciò devo concludere che l'esperienza ci dice che non v'è una differenza *essenziale* fra l'azione di un conduttore e quella di un isolante, relativamente all'induzione. Quanto all'esperienza della fiamma, Riess è d'accordo con Faraday in ciò che sotto l'influenza della fiamma le due facce della lamina si caricano l'una positivamente e l'altra

negativamente, ma non in ciò che riguarda la spiegazione della esperienza. Di più rimarchiamo che Riess dice che ponendo la faccia della lamina che era rivolta al conduttoré sopra il bottone di un elettroscopio a foglie d'oro, ed avendo cura di toccare così con più punti di detta faccia il bottone stesso, rimaneva all'elettroscopio, dopo levata la lamina, una carica negativa; mentre secondo Faraday questa faccia non doveva rimanere caricata. Del resto resulta dalle stesse considerazioni ed esperienze di questi Fisici che il fatto in questione è assai complicato, di difficile analisi nelle sue cause; perchè oltre l'azione del corpo inducente vi è quella della fiamma elettrizzata per induzione, e caricante direttamente una delle facce della lamina, e vi è finalmente l'azione induttiva reciproca fra le differenti parti della lamina stessa. Per mostrare l'induzione di una di dette facce sopra l'altra, Riess prende un disco di gomma lacca tenuto con un manico sospeso nell'aria; confrica una faccia del disco, questa si elettrizza e l'altra pure, per influenza, negativamente. Se si scarica con un piano conduttore la faccia non confricata, e dopo si fa lo stesso a quest'ultima, la prima rimane caricata positivamente.

Crediamo di non avanzarci troppo, dicendo che ci pare che l'insieme di tali fatti interessantissimi esiga degli studi maggiori per poter sperare di arrivare ad una loro completa, chiara ed assoluta spiegazione; non forse perchè ci sia da scoprire alcun principio ignoto, ma perchè converrà prima di tutto distinguerne e studiarne in essi la complicazione di molte cause. Dobbiamo frattanto saper buon grado a Faraday di aver voluto chiarirci le sue opinioni, che saranno sempre di tanto peso per il mondo scientifico, e speriamo che di tali schiarimenti ci vorrà essere prodigo anche in seguito.

Ho poca speranza, dice Riess a Faraday, di farvi cangiar modo di vedere sull'azione dei corpi isolanti, e confesso che appena desidererei riuscirvi. Un gran Fisico lavora meglio guidato dal suo proprio concetto, quando si serve di strumenti creati da sè, istrumenti dei quali egli sa evitare le imperfezioni. Ma tali istrumenti sono spesso inutili e pericolosi in altre mani. Così termina Riess la sua lettera a Faraday; Riess, che prese la penna per difendere le ben note teorie universalmente accettate nei trattati, e che, secondo lui, rendono conto di tutti i fatti conosciuti, senza alcun bisogno di ricorrere a nuovi principii.

Noi crediamo che l'idea dello stato di polarizzazione molecolare enunciata da Faraday, non solo non sia in opposizione colle anzidette teorie, ma che anzi sia una necessaria conseguenza delle idee che i Fisici ormai si debbon generalmente fare sullo stato molecolare dei corpi, e delle teorie stesse. Così che il matematico che introdurrà in calcolo tale idea, tal dato, non farà che completare la teoria di Poisson. La questione deve essere limitata ad osservare quando e come l' esperienza ci accenna manifesta la influenza di tale polarizzazione molecolare. E per addottare tale idea non vi è alcun bisogno di negare l'azione a distanza, di negare la trasmissione libera di questa azione indipendente dai mezzi interposti, similmente alla attrazione universale; ma è appunto per tali negazioni che differiscono le opinioni di Faraday da quelle universalmente accettate. Certamente non si sa, nè forse si potrà mai capire, in che consista l'azione a distanza; ma, dice Riess, non è essa ammessa nella meccanica celeste? e Faraday stesso non l'ammette egli nel caso del vuoto? D'altronde qual fatto, diremo noi, fondamentale nella teoria potrà essere all'azione a distanza sostituito, che, vero o no, si possa sperare intelligibile? Le leggi dell'inerzia, cui niuno potrà mettere in dubbio, saranno mai spiegabili? Noi abbiamo tanta difficoltà a capire come due corpi separati dal vuoto possono indursi reciprocamente in movimento, quanta a capire il perchè un corpo in riposo *urtato* da un altro seguiterebbe di per se solo a muoversi eternamente nello spazio.

Termineremo queste poche righe rammentando al lettore, che vorrà aiutarsi col calcolo, in simili questioni, la bella memoria del Professore Mossotti ***sull' influenza che l'azione di un mezzo dielettrico ha sulla distribuzione della elettricità alla superficie di più corpi disseminati in esso***, inserita nel tomo XXIV delle memorie della Società Italiana.

RICERCHE TERMICHE SULLE CORRENTI IDRO-ELETTRICHE,

DEL SIG. A. FAVRE.

(*Annales de Physique et de Chimie; 3e serie, tom.* 40, *p.* 125)

Dopo aver passato in rivista i resultati ottenuti intorno a questo argomento dai Fisici Peltier, Joule, Bequerel, Matteucci, De la Rive, Botto, ecc., il sig. Favre descrive diligentemente l'apparecchio di cui si è servito per le sue ricerche su questo soggetto, il metodo tenuto nella effettuazione delle sue esperienze, e i resultati numerici a cui è giunto e dai quali resulta, che la totalità del calore sviluppato nell'insieme del circuito di una pila, per una data azione chimica, è sempre costante, qualunque sia la resistenza del circuito stesso, e, che nel caso di una coppia zinco-platino e per un'azione corrispondente allo sviluppo di un grammo d'idrogeno, è uguale a 18137 unità di calore. Poi prosegue come appresso.

Conseguenze delle esperienze e discussione. — Si vede che le mie esperienze vanno d'accordo con le vedute emesse da Joule, poichè si trova nel liquido della coppia e nell'arco interpolare qualunque egli sia, la totalità del calore che la sola azione chimica sarebbe capace di sviluppare. Il calore limitato al liquido della coppia e quello che nasce dalla resistenza del filo metallico, sono sempre complementari per fornire il calore totale dovuto alla somma delle azioni chimiche.

Questa specie d'intuizione del fisico inglese non era però stata, mi sembra, verificata con esperienze rigorose; era necessario fornirne una dimostrazione più positiva, ed è questa, io credo, che resulta dal mio lavoro.

Partendosi dal principio che abbiamo enunciato e che è abbastanza provato dalle esperienze, si può discutere e ricercare la parte delle varie azioni chimiche che possono intervenire nella produzione degli effetti calorifici di una coppia voltaica.

Esperienze di questa natura erano necessarie per sottomettere ad una confutazione definitiva una opinione emessa da Faraday, e che i fatti sino ad ora conosciuti non erano sufficienti ad abbattere.

Questa opinione consisteva in ammettere che l'ossidazione sola del metallo di una coppia voltaica sviluppa la corrente e che la dissoluzione dell'ossido formato nell'acido non aggiunge alcuna azione nella sua produzione.

La quantità di calore che si produce in virtù delle azioni chimiche in una coppia voltaica, zinco e platino, immersa nell'acqua acidulata con acido solforico, è, come abbiamo veduto, per ogni equivalente, ossia per 33 grammi di zinco disciolto,

18137 unità di calore.

Questo numero è uguale ad $A+B-D$.

A *essendo l'equivalente calorifico dell'ossido di zinco anidro:*
B *il calore sviluppato per la combinazione dell'ossido di zinco anidro con l'acido solforico allungato:*
D *essendo l'equivalente calorifico dell'acqua:*

$$A=42451,\quad B=10455,\quad D=34462.$$

Partendo dal mio principio ed ammettendo l'opinione di Faraday, la quantità di elettricità sviluppata non potrebbe dar luogo, nel circuito, ad uno sviluppo di calore superiore a

$$42451-34462=7989 \text{ unità},$$

vale a dire alla differenza fra l'equivalente calorifico dello zinco e l'equivalente calorifico dell'acqua. Ora, l'esperienza mi ha dato sino a

9685 unità

per il calore sviluppato nella parte resistente del circuito, riportando sempre i resultati ad un equivalente di zinco disciolto.

È dunque bene evidente che la sola ossidazione dello zinco non basta per render conto degli effetti generati dalla corrente. L'effetto che si aggiunge al primo, proviene dal calore della combinazione dell'acido solforico e dell'ossido di zinco.

Si può d' altra parte, come sappiamo, riguardare la reazione come una semplice sostituzione dello zinco all'idrogene dell'acido solforico $SO.^4H$, il che costituirebbe una reazione unica.

Io farò rimarcare che avrei potuto porre in gioco al di fuori del calorimetro delle quantità di calore ancora più considerabili,

impiegando dei fili di più piccolo diametro o di più grande lunghezza, e per conseguenza offrendo alla corrente una più forte resistenza. Io mi sono proposto di ritornare sulla determinazione della massima quantità di calore che si può raccogliere a distanza dal luogo ove si esercita l'affinità chimica che produce la corrente.

Pertanto sempre col medesimo principio posto più in alto, si può render conto di alcuni effetti conosciuti dagli elettro-chimici, e di cui non si era ancora, a mio parere, potuto dare una spiegazione soddisfacente.

Tale è, per esempio, l'impossibilità di decomporre l'acqua in un voltaimetro, allorchè non si fa uso che di una sola coppia, zinco e platino, immersa nell'acqua acidulata con acido solforico; impossibilità che non esiste più allorquando la medesima coppia unica pesca simultaneamente nell'acqua acidulata di acido solforico ed acido azotico insieme. La medesima cosa ha luogo in una coppia della pila di Grove, ove questi due liquidi acidi si trovano separati da un diaframma o vaso poroso, l'elemento platino pescando nell'acido azotico.

Per render conto del fenomeno in questione rammenterò primieramente che un equivalente di zinco della coppia, disciogliendosi nell'acido solforico allungato e dando origine ad una corrente, non può mettere in libertà, come si è veduto, che

18137 unità di calore.

Ora, dietro la legge di Faraday, la corrente che decompone un equivalente di acqua nel voltaimetro proviene dalla dissoluzione di un equivalente di zinco della coppia; di più egli ha dimostrato che un equivalente di acqua che si decompone dà luogo ad un assorbimento di calore uguale a

34462 unità.

Dunque il calore necessario per costituire allo stato libero l'idrogene nel voltaimetro non si trova nelle reazioni chimiche esercitate nella coppia *sotto l'influenza dell'acqua e dell'acido solforico solo*.

Egli è d'altronde evidente che il numero 34462 sarebbe esso stesso insufficiente, poichè dovrebbe essere aumentato della quantità di calore che deve necessariamente svilupparsi per la resistenza del conduttore liquido del voltaimetro.

Si tratta ora di interpetrare la possibilità di decomporre l'acqua con una sola coppia di Grove; in questo caso, ecco come si può concepire l'andamento del fenomeno.

Nella pila di Grove non vi ha sviluppo d'idrogene, perchè questo gas riduce l'acido azotico con formazione d'acqua e produzione di biossido di azoto. Se, per ipotesi, la segregazione dell'ossigene dell'acido azotico non fosse accompagnata da assorbimento di calore, la reazione nella coppia svilupperebbe 34462 unità di calore di più che nella coppia ad acido solforico solamente, perchè l'idrogene e l'ossigene si ricombinano; ma in realtà, la segregazione chimica dell'ossigene dell'acido azotico assorbe 6885 unità di calore per equivalente, che devono essere sottratte al calore sviluppato dalla solfatazione dello zinco, che cioè devono togliersi dal numero

52906

che rappresenta l'equivalente calorifico del solfato di zinco.

Si ottiene così

46021 unità

per la quantità di calore disponibile, corrispondente alla dissoluzione di un equivalente di zinco nella coppia di Grove. Si vede che questo numero sorpassa di troppo

34462 unità,

quantità di calore necessario per decomporre un equivalente di acqua nel voltaimetro. Non è dunque da maravigliare che una sola coppia di Grove produca ciò che non si realizza in una sola coppia ove s'impieghi acido solforico soltanto.

La spiegazione da me data del vantaggio che presenta la pila di Grove (astrazione fatta dalla circostanza di un metallo chimicamente inattaccabile) parrà, io lo spero, abbastanza netta per essere adottata come preferibile a quella di De la Rive, di cui ho fatto menzione nella esposizione istorica posta a principio di queste ricerche.

RIFLESSIONI SULLA TEORIA DELLA PILA. — Mi sia frattanto permesso di appoggiarmi alle nozioni già esposte per presentare una spiegazione più plausibile, a senso mio, di quella che è in corso.

relativamente agli effetti che si osservano nella decomposizione elettro-chimica dell'acqua nella coppia voltaica, e che si legano per conseguenza alla teoria della pila.

Mi si voglia in prima accordare, che gli elementi che compongono una data massa di molecole di acqua possono facilmente reagire fra di loro e con una grande indipendenza, allorchè una sola molecola della intiera massa perde uno dei suoi elementi. Se in una molecola qualunque di questa massa d'acqua si opera una segregazione di ossigene, questo effetto determinerà un assorbimento conosciuto di calore: quanto alla molecola d'idrogene che diventa libera, essa non apparterrà necessariamente alla medesima molecola d'acqua che ha perduto il suo idrogene; essa potrà benissimo appartenere ad un'altra molecola della massa d'acqua. La molecola che lascierà sviluppare il suo idrogeno sarà designata dalla sua prossimità ad un corpo conduttore del calore, che lascierà passare per così dire *istantaneamente* ed *allo stato latente* tutto il calore necessario all'idrogene per costituirsi allo stato libero e che è generato dal lato dell'elemento attaccató.

In una coppia amalgamata, zinco e platino, per esempio, prima che il circuito sia chiuso non vi ha che tendenza alla combinazione; se si chiude il circuito, lo zinco si ossida a spese della molecola d'acqua la più vicina: vi ha sviluppo di calore, ma questo calore, per causa della poca conducibilità del liquido non può trasmettersi istantaneamente alla molecola d'idrogene immediatamente vicina; questo calore va a guadagnare la molecola la più vicina al platino, traversando il conduttore che gli offre un passaggio per così dire *istantaneo*, ed accade così che è su questo metallo che l'idrogene si sviluppa. È necessario dunque ammettere, mi sembra, che la corrente passa dallo zinco al platino nell'arco interpolare metallico, cioè *secondo una direzione opposta a quella che ordinariamente si ammette per convenzione*.

Definitivamente, la spiegazione proposta si aggirerebbe soprattutto sulla supposizione di un corpo metallico buon conduttore, capace di trasmettere per così dire *istantaneamente* all'idrogene il calore che gli è necessario per costituirsi allo stato libero, calore che non passerebbe con la medesima velocità da molecola in molecola elementare dell'acqua. In tutte le molecole d'acqua comprese fra i due metalli, possono operarsi dei movimenti delle molecole

elementari che non danno luogo ad alcuna corrente, poichè vi hanno simultaneamente delle segregazioni e ricombinazioni d'idrogene e di ossigene, il cui effetto si neutralizza.

Io insisto sulla necessità di ammettere la ***simultaneità*** di tutte le reazioni che hanno luogo nella coppia; perchè mi par difficile di spiegare senza questa i fenomeni chimici che danno origine alla corrente. In effetto, qualunque sia la tendenza dello zinco ad ossidarsi, l'ossidazione non può aver luogo senza l'intervento di una molecola di ossigene, che l'acqua precedentemente scomposta può sola fornirgli; ma la molecola d'acqua, dal suo canto, non può essere decomposta senza che assorba 34462 unità di calore che la sola ossidazione dello zinco può sviluppare. Non esiste dunque ragione perchè la reazione incominci. Ma se s'interpone fra gli elementi che devono reagire un conduttore metallico infinitamente buon conduttore per rapporto al liquido della coppia, si distrugge l'ostacolo che si opponeva alle reazioni le quali, come io diceva, non possono comprendersi ammettendo una successione di effetti.

Ammettendo questo modo di vedere, si rende conto assai facilmente del fenomeno del trasporto apparente, e si è forzati ad ammettere, che tutto il calore proveniente dalla reazione chimica deve passare attraverso l'arco metallico secondo la direzione da me indicata.

Le medesime considerazioni mi sembrerebbero applicabili alle coppie voltaiche di diversa natura, e possono render conto dei resultati che si ottengono riunendo le coppie di seguito l'una all'altra per comporre una batteria voltaica.

Allorchè si ravvisano gli effetti prodotti dalle correnti della pila sotto il punto di vista delle ricerche esposte in questo lavoro, si vede che essi sembrano ridursi a due ordini di manifestazioni; le prime potrebbero esser considerate come dovute a delle ***correnti di calorico latente***, avendo riguardo ai soli effetti calorifici sviluppati dalle resistenze dei conduttori metallici: le seconde manifestazioni potrebbero essere considerate come dovute a ***delle correnti di affinità trasmessa***, dietro le sole azioni chimiche accusate dalle decomposizioni. Ma questi due ordini di manifestazioni provengono dalla medesima sorgente, l'azione chimica, per cui è naturale il riguardare, con Faraday, l'elettricità, il calore e la forza di segregazione molecolare della corrente come modificazioni di

un solo e medesimo agente, producente ugualmente tutti gli altri fenomeni di cui tratta l'elettro-dinamica.

Queste riflessioni possono acquistare un nuovo interesse considerando i fenomeni delle correnti elettriche che possono stabilirsi in seno all'organismo animale e son collegati probabilmente da misteriosi legami colla trasformazione del calore o dell'elettricità in forza nervosa. Questo agente maraviglioso realizza, come sappiamo, delle azioni dinamiche incomparabilmente più energiche di quelle che deriverebbero, al di fuori della vita, dalla totalità di calore e di elettricità sviluppati dalle combustioni chimiche che si operano in seno dell'organismo.

Di fronte ai lavori di Joule e Mayer ed alle considerazioni suggerite da detti lavori a Clausius e **Thomson**, considerando soprattutto le esperienze più recenti e più delicate di Regnault, siamo condotti ad ammettere, dietro l'idee di questi dotti, un nuovo elemento nella discussione della teoria degli effetti dinamici del calore.

Bisognerebbe infatti concepire che durante li sviluppi di azioni dinamiche prodotte in seguito di fenomeni calorifici, vi abbia una certa quantità di calore che diviene ***latente*** fino a che l'azione dinamica si esercita, e che ritorna ***sensibile*** allorchè il ***movimento*** o il lavoro del motore è cessato.

Io ho dimandato a me stesso se l'insieme del calore sviluppato dall'azione della pila allorchè questa è applicata a produrre un certo lavoro motore in una macchina elettro-magnetica, fosse suscettibile di dimostrare in questi casi una perdita di calore indicata dal calorimetro.

Ho intrapreso qualche esperienza per questa via ; ma fino ad ora, a ragione forse delle piccole dimensioni dell'involucro del calorimetro che non permette la collocazione che di una debole pila, le differenze si avvicinano troppo a degli errori possibili di osservazione. Le esperienze che io ho organizzate sopra una più grande scala mi permetteranno, io spero, di giungere a qualche conclusione a questo riguardo.

CONCLUSIONI.

Basandomi sui resultati offerti dalle esperienze descritte in questo lavoro, credo poter presentare le seguenti conclusioni :

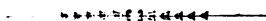
I. L' unica sorgente degli effetti calorifici prodotti dalla pila è dovuta alle azioni chimiche generate dagli elementi in attività.

II. Tutte le azioni chimiche che prendono nascimento dalla coppia voltaica intervengono simultaneamente nella produzione della corrente.

III. Lo sviluppo di calore prodotto dal passaggio dell'elettricità voltaica attraverso i conduttori metallici, è rigorosamente complementario del calore rimasto negli elementi della pila, per formare una somma uguale al calore totale, corrispondente unicamente alle reazioni chimiche, indipendentemente da ogni elettricità trasmessa.

IV. Le decomposizioni chimiche, che può realizzare il passaggio della elettricità attraverso il circuito, pongono sempre in gioco le medesime quantità di calore, che accompagnano le segregazioni chimiche operate sotto altre influenze.

Il calore posto in gioco nell'atto di queste decomposizioni resulta sempre da una detrazione fatta al calore totale sviluppato dalle azioni chimiche dell'apparecchio voltaico.

Lo studio dei fenomeni termici che accompagnano la produzione delle correnti idro-elettriche, mi ha condotto ad esporre delle vedute che mi sono particolari, relativamente alla direzione della corrente ed al fenomeno del trasporto apparente dell'idrogene nella decomposizione, per esempio, dell'acqua.

SULLE CORDE TELEGRAFICHE SOTTOMARINE.

OSSERVAZIONI DEL DOTT. ADAMO BISSET.

Mentre vediamo sorgere ad ogni istante progetti grandiosi per ravvicinare col mezzo della telegrafia elettrica paesi lontani e divisi da ampii tratti di mare, e vistosi capitali porsi dai governi e dalla industria privata a disposizione dell'arte per provvedere ai bisogni ognora più crescenti di rendere rapide e sicure le comunicazioni con remote regioni, vediamo pure l'arte della telegrafia sottomarina non corrispondere pienamente alle tante speranze che in lei sono riposte. Molte corde telegrafiche sottomarine sono state poste in opera in questi tempi: di esse poche funzionano stabilmente, altre vanno soggette ad interruzioni frequenti e forse irreparabili, ed altre finalmente che sarebbero state destinate a portare all' atto progetti più vasti, hanno fallito nel tempo del loro affondamento. Ciò a parer nostro addimostra come la costruzione e l'annegamento delle corde telegrafiche sottomarine non riposino per anco sopra principii saldi e ben chiari, forniti sia dalla scienza, sia dalla pratica.

Volgendo nell'animo queste considerazioni, mentre avevamo sotto occhio i saggi d'alcune corde sottomarine che il sig. cav. prof. Matteucci ci avea con somma cortesia date ad esaminare, abbiam sentito sorgere dei dubbii circa ai metodi sin qui adoperati in tali operazioni, come pure intorno alle difficoltà che potrebbero incontrarsi nel porre ad esecuzione altre opere di simil genere, ma sopra una scala anche più vasta che pel passato. Questi dubbii si riducono a due sommi capi: se nelle operazioni sin qui eseguite sieno state prese di mira tutte le condizioni necessarie al buon esito del lavoro, avuto riguardo tanto alla costruzione delle corde, quanto al metodo di affondamento; in secondo luogo, se proseguendo ad usare simili metodi si potrebbero stabilire corde sottomarine in mari di profondità maggiori di quelle sin qui incontrate, se vi sia un limite cui non è dato oltrepassare senza che la corda si rompa pel proprio peso nell'atto dello affondamento, e qual sia questo limite.

Questi dubbii osiamo porre in luce, non perchè la nostra voce possa essere di alcun peso in una questione di tanta importanza,

ma unicamente per richiamare su di essa una più profonda attenzione dei periti nella scienza e nell'arte.

Per rispondere alla prima questione e nel prendere ad esame la costruzione dei telegrafi sottomarini, parmi debbano aversi in mira due condizioni importantissime, la facilità dell' affondamento della corda, la resistenza di essa alle degradazioni cui può andar soggetta nel fondo del mare. Riassumiamo brevemente i metodi che sono stati praticati per provvedere alle condizioni indicate. Cominciamo dalla seconda, come quella che ha tanta influenza sul rendere facilmente eseguibile la prima, imperocchè tanto maggiori essendo le dimensioni ed il peso di una corda, tanto più difficile riesce il farla discendere con sicurezza nel fondo del mare.

I costruttori di corde telegrafiche sottomarine hanno pensato di provvedere alla stabilità delle corde rivestendo con una armatura metallica i fili conduttori di rame isolati per mezzo di un inviluppo di guttaperca. Quest' armatura metallica consiste generalmente in varii fili di ferro avvolti in lunghe spire attorno all' inviluppo isolante: le dimensioni di tale armatura sono andate successivamente aumentando. Nella prima corda posta fra Calais e Douvres il cilindro centrale isolante era circondato da un solo filo di ferro di 5 millimetri di diametro, avvolto 10 volte sopra se stesso, pesando tutta la corda una tonnellata e un quarto al miglio inglese. La corda stabilita fra l'Inghilterra e i Paesi Bassi, è difesa da 10 fili di ferro di 5 millimetri di diametro, avvolti a spire, avendo nell' interno un solo filo conduttore di rame; un'altra corda fra Douvres e Calais ha 10 fili di 8 millimetri di diametro, essendovi 4 fili conduttori nell'interno; quella fra Douvres e Ostenda ha 11 fili di 7 millimetri e 6 fili interni e finalmente quella destinata dal sig. Brett a riunire l' Italia all' Algeria si compone di 12 fili di 8 millimetri e di 6 fili interni. Per maggiori dettagli nelle dimensioni delle varie parti costituenti le suindicate corde, veggasi la seguente :

TAVOLA delle dimensioni e dei pesi di varie Corde sottomarine.

Linee telegrafiche sottomarine.	Numero dei fili conduttori di rame.	Diametro di questi fili.	Diametro del cilindro costituito dai fili con-dut.i e dalla guttaperca.	Numero dei fili di ferro componenti l'armatura.	Diametro di essi.	Lunghezza delle spire misurata sull'asse.	Diametro totale della corda.	Peso approssimativo della corda per ogni chilometro.
Inghilterra ai Paesi Bassi.	1	0,^{m}0017	0,^{m}0065	10	0^m,005	0^m,240	0,^{m}0170	*ignoto*
Douvres-Calais	4	0,^{m}0016	0,^{m}0175	10	0^m,008	0^m,333	0,^{m}0340	3900
Douvres-Ostenda . . .	6	0,^{m}0018	0,^{m}0210	12	0^m,007	0^m,300	0,^{m}0360	4200
Italia-Algeria	6	0,^{m}0015	0,^{m}0230	12	0^m,008	0^m,468	0,^{m}0380	5000

Avverto che le accennate dimensioni e pesi sono stati dedotti da campioni di piccola lunghezza, e quindi segnatamente i pesi. potrebbero differire alquanto dal vero.

Quanto ai metodi di affondamento essi si riducono all' uso di un argano posto a bordo della nave che porta la corda, munito di freni che servano a diminuire l'accelerazione che acquista la corda nel cadere in seno alle acque.

Ora domandiamo noi: questi mezzi meccanici stanno essi in proporzione col soverchio peso della corda, saranno sempre atti a fare equilibrio alla forza viva che si accumula sempre più nella corda a misura che essa aumenta di peso e discende a maggiori profondità? L'esito doloroso dell'operazione eseguita tra la Sardegna e l'Algeria è provenuto appunto principalmente dalla rottura dell'argano che serviva a reggere la corda: ed una delle cause che han prodotto quella rottura è stato il peso soverchio della corda, come implicitamente confessa il sig. Brett nel suo Rapporto al Governo Imper. Francese, mentre propone di ridurre le dimensioni e quindi il peso della corda che va apparecchiandosi per rinnovare l'impresa. D'altronde è essa indispensabile cotesta sì solida e pesante armatura per difendere l'apparato conduttore dalle degradazioni? Una volta che la corda è calata, essa, crediamo riposerà sul fondo del mare per lunghi tratti, forse pendendo di quando in quando a cavalcioni a delle cavità, appoggiandosi a dei punti prominenti: in questo caso essa sarebbe in tensione, ma siamo d'opinione che tali circostanze non siano tanto frequenti perchè coteste posizioni difficili devono essere evitate nel profilo che prima si fa della linea secondo cui deve essere disposta la corda. Ora dunque nelle circostanze più comuni la corda riposando sul fondo del mare non è egli possibile che dopo qualche tempo rimanga sepolta nel fondo stesso fra le sabbie, le piante marine ed altri corpi che servirebbero in questo caso a tutelarla dalle degradazioni o almeno ad opporsi a quelle cause che cospirano a porla fuori di uso?

A queste nostre interrogazioni risponderà l'esperienza: noi le abbiamo fatte soltanto per fare apprezzare sempre più di quanta importanza, sotto ogni rapporto sia meccanico, sia economico, sarebbe il ridurre il peso delle nostre corde, quando ciò potesse farsi senza pregiudicare alla loro durata e quindi allo scopo cui sono destinate.

Alle considerazioni da noi ora fatte di volo, che si riferiscono ai metodi sin qui praticati per la costruzione e l'affondamento delle corde, altre più gravi ne rimane a fare sulle difficoltà, e diciamo pure sulla possibilità di condurre l'impresa, quando si abbiano ad incontrare profondità grandi di mare, e sui limiti, cui, coi mezzi sin qui usati, non è dato oltrepassare senza correre il rischio, come abbiamo detto, di vedere la corda rompersi mentre, nell'atto dello

affondamento, si appoggia con uno dei suoi estremi al fondo del mare e con l'altro al bordo della nave. Supponiamo, per semplicità, in primo luogo, che la corda composta di materiali eterogenei resista come se fosse unicamente di ferro e sia in posizione verticale: vediamo in questo caso quale lunghezza essa dovrebbe avere perchè si strappasse pel proprio peso. La formula che dà la meccanica per determinare la lunghezza *L* della corda è

$$L = \frac{R}{G},$$

ove R rappresenta la resistenza allo strappamento della sostanza di cui è formata la corda, G la gravità specifica della medesima. Nel caso nostro siccome la corda è immersa in un liquido e quindi perde di peso, dovremo sostituire, come è facile a riscontrarsi, alla formula citata l'altra

$$L = \frac{R}{G - G'}$$

essendo G' la gravità specifica del mezzo. Ponendo $R = 1400^k$, quale è stato dato dalle tavole per la resistenza allo strappamento dei fili di ferro di 3 millimetri di diametro (che presentano resistenza maggiore di quelli di diametro più grande), $G = 7,7880$, $G' = 1,0263$ troviamo

$$L = 6063^m, 56.$$

Abbiamo calcolato l'aumento che dovrebbe subire questo numero pel crescere della densità dell'acqua marina a grandi profondità e sotto sì enormi pressioni: ed abbiamo trovato che ad una profondità di 6000 metri il peso specifico dell' acqua di mare divenendo 1,0518, il valore di L dato superiormente riceve un incremento appena sensibile per le ricerche di cui si occupiamo.

Il risultato che abbiamo ottenuto è il più favorevole che mai possa aversi, imperocchè suppone che la resistenza della corda sia come se questa fosse composta unicamente di ferro: supponiamo ora invece, nel caso più sfavorevole, che essa sia formata in totalità di rame, come lo sono i fili conduttori posti nell'interno: ripetendo il calcolo fatto superiormente, prendendo $R = 3040^k$ e $G = 8,8785$ troviamo

$$L = 3871^m, 52.$$

La supposizione da noi fatta che la corda si disponga in posizione verticale non si verificherà realmente in pratica: essa si disporrà secondo una curva; la tangente a questa nel punto in cui si appoggia al bordo della nave sarà più o meno inclinata alla verticale: questa inclinazione aumenterà la tensione a cui van soggette le diverse parti della corda e quindi tenderà a render più piccoli i valori superiormente trovati per L, cioè restringerà sempre più i limiti delle profondità a cui potrà farsi con sicurezza discendere l'apparecchio telegrafico.

Avendo determinato le lunghezze limiti della corda nei due casi che essa sia formata o tutta di ferro o tutta di rame, resta che esaminiamo la resistenza che presenterà l'insieme dei due metalli nel modo in cui sono disposti nelle corde telegrafiche.

L'armatura di fili di ferro è avvolta attorno ad un cilindro di guttaperca entro il quale sono collocati i fili di rame. Ora questo insieme presenterà un tutto rigido in modo che i fili interni di rame non possano strapparsi se prima non si strappano quelli esterni di ferro, oppure scorrendo ed allungandosi entro la guttaperca si strapperanno prima dell'involucro, quando avranno raggiunto il limite che compete alla resistenza loro propria e che abbiamo superiormente calcolato?

Diretto dal chiarissimo sig. professore L. Pacinotti, ho istituito esperienze per farmi idea del come un inviluppo di guttaperca potesse rafforzare un filo di rame e della difficoltà più o meno grande che questo può presentare a scorrer nell'interno dell'inviluppo medesimo. Descriverò brevemente le esperienze fatte ed i risultati otnuti.

Avendo preso un filo di rame rivestito di guttaperca quale si ha comunemente negli apparecchi telegrafici, lo abbiamo attaccato per un estremo ad un punto fisso coll'intermedio di un dinamometro, abbiamo attaccato all'altro estremo un peso di 10 kilogrammi e notato che il dinamometro segnava 6 gradi e $^2/_3$: poi tolti i pesi abbiamo stretto il filo verso il mezzo in una morsa di ferro con moderata pressione, quasi ad imitare la pressione con cui i fili di ferro dell'armatura delle corde sottomarine tengono la guttaperca aderente ai fili di rame; attaccati nuovamente i 10 kil. all'estremo del filo, il dinamometro segnò subito $5^0\ ^2/_3$ e dopo 4 o 5 ore tornò a segnare $6^0\ ^2/_3$ come nell'esperienza precedente, dimostrando così

che malgrado la pressione esercitata dalla morsa per tenere la guttaperca aderente al filo e determinare quasi in esso un punto fisso, la forza applicata ad un estremo si trasmetteva integralmente alla altra. Ripetuta la stessa esperienza stringendo la morsa con grandissima forza abbiamo veduto che per quanto si aumentasse il peso all'estremo inferiore del filo, esso non si trasmetteva al dinamometro, di modo che la guttaperca stretta contro il filo determinava realmente in esso un punto fisso e gli impediva di scorrere.

Caricato il filo gradatamente sino al 71 chil. senza che si avesse segno di trasmissione di forza al disopra della morsa, esso ha finito con istrapparsi inferiormente presso la maglia che serviva a sostenere i pesi. Alcuni istanti prima che avvenisse la rottura, il filo ha subito un notevole allungamento, si è assottigliato scorrendo entro la guttaperca in modo da uscire dal suo inviluppo per una lunghezza di 4 centimetri. L'assottigliamento subito dal filo si è costatato assai facilmente, imperocchè tolto dai punti fissi e reciso nel punto in cui era stretto dalla morsa si è potuto colla massima facilità fare uscire dal suo inviluppo.

Queste esperienze ci hanno confermato nel dubbio che i fili di rame possano muoversi, scorrere ed allungarsi nell'interno dell'involucro di guttaperca, anche quando questa sia tenuta aderente ad essi stessi da una moderata pressione, e che solo nel caso che la pressione sia fortissima si debbano riguardare i fili di ferro esterni formanti un solo sistema con quelli di rame nell'interno.

A comprendere se possa dunque credersi di ottenere grande o piccola pressione tra la guttaperca ed il rame ho pensato all'effetto delle variazioni di temperatura, ed a quello della disposizione particolare dei fili di ferro al di sopra del cilindro di guttaperca. Avendo sperimentato questo effetto sulle dilatazioni che subisce un tubo di guttaperca di una grossezza di 5 millimetri, ho trovato i seguenti risultati. Le dilatazioni che subisce la guttaperca sono pressochè uniformi per le temperature comprese fra 0° e 32° R., crescendo rapidamente a temperature più elevate: in quel primo intervallo la guttaperca si dilata 16 volte più del rame, mentre si dilata 150 volte più per temperature che superano i 32°.

Dalla differente dilatazione che subiscono la guttaperca ed il rame, può desumersi un'altra causa che rende possibili i movimenti dei fili di rame nei loro inviluppi: imperocchè lo stato d'equilibrio

stabilito nella corda telegrafica ad una certa temperatura, e le distanze fra le molecole delle sue diverse parti non potendosi mantenere a temperature diverse, dovranno necessariamente accadere dei movimenti fra i diversi corpi che compongono la corda, e questi movimenti, queste dilatazioni e questi ristringimenti ineguali possono diminuire l'aderenza fra la guttaperca ed i fili di rame e quindi agevolare la rottura di questi.

D'altra parte i fili di ferro avvolti a spire attorno alla guttaperca non possono esercitare continuamente ed in tutti i punti una pressione grandissima: siamo d'opinione che nella manovra della corda le spire possono allargarsi, i fili discostarsi fra loro, come abbiamo veduto di fatti essere accaduto per un frammento della corda posta fra Calais e Douvres stato ritirato dal mare dopo quattro anni del suo affondamento: in esso la guttaperca si era fatta strada negli intervalli rimasti fra filo e filo.

Riassumendo queste considerazioni, concludiamo come ci sembri assai probabile che i fili interni delle corde telegrafiche possano rompersi da per loro quando abbiano raggiunto la lunghezza limite che compete alla loro propria resistenza e ciò senza che avvenga una rottura corrispondente dell'armatura esterna di ferro. Se ciò è vero ne viene che stando ai resultati numerici sopra riferiti la corda diverrebbe inservibile nell'atto dell'affondamento per una lunghezza immersa e pendente di 3 chilometri e due terzi o poco più. Tutto nell'ipotesi che l'affondamento si faccia senza urti, e senza accelerazione di moto, che la corda non presenti in alcun punto il minimo difetto di costruzione, la minima diminuzione di resistenza, perchè altrimenti quel limite potrebbe discendere anche più: queste circostanze per altro devono esser previste onde non esporsi a pericoli.

Questo limite di 3 chilometri e due terzi non è raro che sia raggiunto ed anche superato dalla profondità del mare entro cui deve essere annegata la corda: noi vediamo nel profilo adottato pel telegrafo dalla Sardegna all'Algeria aversi una profondità massima di 3 chilometri, e negli scandagli dell'Oceano Atlantico ove dovrebbe collocarsi il telegrafo destinato ad unire il nuovo all'antico continente, si sono trovate profondità di due miglia inglesi, ossia di più di 3200 metri, prescindendo dalle vallate sottomarine di profondità assai più grandi a traverso alle quali l'illustre Abate

Moigno proporrebbe di far passare il filo sospendendolo di tratto in tratto a dei punti di sostegno.

Resulta quindi da tutto ciò il dubbio che le corde telegrafiche affondate coi metodi descritti, possano rompersi pel proprio peso quando si debbano portare ad esecuzione progetti più vasti di quelli sinquì eseguiti.

RICERCHE SOPRA LE AMIDI DI CH. GERHARDT E L. CHIOZZA

(*Ann. de Chim. et de Phys., t.* 46, *p.* 129, 3ᵉ *S*ᵉ)

Gli AA., dopo di avere rammentato i nomi dei diversi Chimici che più contribuirono ad illustrare la storia delle amidi, fanno vedere l'insufficienza di alcune teoriche, come p. e. quella dell'amidogeno di Dumas e dell' imidogeno di Laurent, a spiegare la costituzione chimica di tali sostanze.

In seguito, partendo dal principio già stabilito dalle belle esperienze di Hofmann sugli alcaloidi volatili,dalle quali risulta che **1, 2, 3**, equivalenti d'idrogeno spettanti all'ammoniaca possono venire successivamente sostituiti da **1, 2, 3** equivalenti di radicale organico (metile, etile, amile, fenile, ecc.) ravvicinano le amidi a questi stessi alcaloidi. La sola differenza sarebbe che, invece dei radicali idrocarburati che entrano nella costituzione degli alcaloidi volatili, le amidi nascerebbero dalla sostituzione di radicali ossigenati all'idrogeno dell'ammoniaca; invece di radicali basici vi sarebbero radicali acidi, invece di radicali positivi vi sarebbero radicali negativi. Questa differenza nella natura e nelle funzioni chimiche del radicale sostituente l'idrogeno farebbe sì che, mentre gli alcaloidi volatili sono delle basi, le amidi sono degli acidi deboli, o almeno dei composti in cui l'idrogeno non ancora sostituito dell'ammoniaca potrebbe esserlo dai metalli. Essi danno il nome di ***amidi primarie*** a quei composti, in cui un solo equivalente d'idrogeno è sostituito da un radicale negativo, di ***amidi secondarie*** in cui sono due gli equivalenti d'idrogeno sostituiti e di ***amidi terziarie*** in cui ve ne sono tre. Finalmente chiamano ***diamidi*** o ***diazoturi*** le amidi che derivano da due molecole di ammoniaca.

Preparazione delle Amidi.

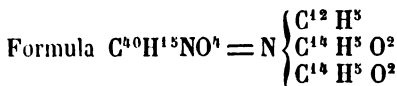
Gli AA. descrivono per preparare queste sostanze un nuovo metodo che si raccomanda per la sua semplicità ed eleganza: esso consiste a trattare direttamente il carbonato d'ammoniaca solido del commercio coi cloruri corrispondenti agli acidi di cui si vogliono ottenere le amidi. Per ottenere le amidi primarie, come la benzamide, la cominamide, la solfo-fenilamide basta triturare il cloruro negativo in un mortaio con carbonato d'ammoniaca e riscaldare leggermente la massa. Trattando il prodotto con acqua fredda, si discioglie il sale ammoniaco e l'eccesso del carbonato, mentre rimane indisciolta l'amide.

Le amidi secondarie si ottengono riscaldando le amidi primarie ad una temperatura determinata con una quantità equivalente di cloruro negativo: si sviluppano in tal caso abbondanti vapori di acido idroclorico, e si ottiene l'amide secondaria per residuo. In questa operazione conviene per altro non oltrepassare certi limiti di temperatura, la quale se fosse troppo elevata convertirebbe certe amidi in nitrili. Quest'inconveniente si osserva principalmente nella preparazione della benzamide. Spesse volte i prodotti della reazione sono viscosi nei primi momenti, e quando questo caso si presenta, è utile attendere che siano compiutamente solidificati prima di discioglierli. Spesso si ottiene più facilmente un tale intento versandovi qualche goccia di etere, sotto l'influenza del quale il prodotto viscoso passa rapidamente allo stato cristallino, sviluppando calore.

La preparazione delle amidi terziarie è in generale più facile di quella delle secondarie, mentre queste ultime avendo caratteri acidi più manifesti delle primarie, si convertono più facilmente in sali metallici e particolarmente in sale d'argento i quali, anche a freddo, reagiscono sui cloruri negativi; si ottiene in tal caso del cloruro d'argento ed un'amide terziaria che contiene un radicale organico al posto del metallo.

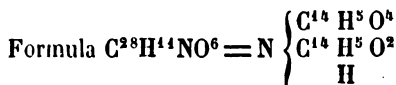
Azoturo di Fenile e di Dibenzoile.

(Sin: Dibenzamide, Fenil-dibenzamide)

$$\text{Formula } C^{40}H^{15}NO^{4} = N\left\{\begin{array}{l} C^{12}\,H^{5} \\ C^{14}\,H^{5}\,O^{2} \\ C^{14}\,H^{5}\,O^{2} \end{array}\right.$$

All'ordinaria temperatura il cloruro di benzoile non ha nessuna azione sulla benzanilide; ma se si riscalda il miscuglio delle due sostanze fra 160° e 180°, si sviluppa acido idroclorico e si forma un nuovo prodotto, che sulle prime è viscoso, ma poscia si rapprende a poco a poco in massa cristallina. Si tratta questa sostanza con una soluzione di carbonato di soda per ispogliarla dal cloruro di benzoile inalterato, e si fa quindi cristallizzare nell'alcole; col raffreddamento del liquido il composto in esame si deposita in aghetti cristallini splendenti, e talvolta in cristallini granosi formati anch'essi di aghetti. Questa sostanza è discretamente solubile nell'alcole assoluto e nell'etere, ma non si discioglie che in piccola quantità nell'acqua bollente, e col raffreddamento si precipita in aghi bianchissimi. L'ammoniaca la discioglie più facilmente dell'acqua, e raffreddandosi la deposita in fiocchi bianchi. Alla temperatura di 137° questo corpo si fonde e col raffreddamento si rappiglia in una massa cristallina. Riscaldato ad una temperatura maggiore si sublima.

Azoturo di Salicile, di Benzoile e d'Idrogeno.

(Sin: Benzoil-salicilamide)

$$\text{Formula } C^{28}H^{11}NO^{6} = N\left\{\begin{array}{l} C^{14}\,H^{5}\,O^{4} \\ C^{14}\,H^{5}\,O^{2} \\ \quad\ H \end{array}\right.$$

Gli AA. preparano questa sostanza riscaldando un miscuglio fatto in quantità equivalenti di cloruro di benzoile e di salicilamide. A 140° la reazione comincia ad aver luogo, e continuando a riscaldare a 180° finchè non sia cessato lo sviluppo dell'acido idroclorico, si ottiene un prodotto che ha l' aspetto e la consistenza di

un olio denso, e si mantiene lungamente in tale stato, anche dopo di essersi compiutamente raffreddato.

Questo prodotto è solubilissimo nell' alcole finchè conserva lo stato amorfo; ma anche in seno della soluzione alcolica esso passa nella modificazione cristallina, sicchè tutto il liquido si rapprende in una specie di poltiglia composta di aghetti risplendenti e nel tempo stesso si riscalda.

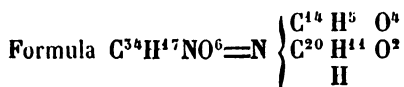
La benzoil-salicilamide cristallizza in piccoli aghi, che a 200° circa si fondono, e la materia fusa resta per lungo tempo allo stato liquido. Essa è pochissimo solubile nell'alcole, e quasi insolubile nell'etere e nell'acqua bollente.

Questa sostanza acquista una tinta giallastra in contatto della ammoniaca, ed a caldo vi si discioglie, come in generale nei liquidi alcalini. La soluzione ammoniacale viene precipitata in bianco dagli acidi, e coi sali di piombo e di argento produce dei precipitati gialli.

Gli AA. sono egualmente riusciti ad ottenere la benzoil-salicilamide riscaldando quantità equivalenti di benzamide e di salicilamide. In tal caso si sviluppa gran quantità d'ammoniaca ed il prodotto ripreso con alcole lascia degli aghetti poco solubili che costituiscono il prodotto in esame; tuttavia essi non credono che un tal metodo di preparazione sia da preferirsi a quello precedentemente descritto, perchè una parte della benzamide adoperata, perdendo acqua coll'azione del calore, si trasforma in benzonitrile.

Azoturo di Salicile, di Comile e d'Idrogeno.

(Sin: Comil-salicilamide)

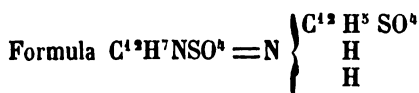
$$\text{Formula } C^{34}H^{17}NO^{6} = N \begin{cases} C^{14}\,H^{5}\;\;O^{4} \\ C^{20}\,H^{11}\,O^{2} \\ \quad\;\, H \end{cases}$$

Quest'amide si prepara come la precedente e possiede la maggior parte dei caratteri di quest'ultima.

Essa cristallizza in aghetti splendenti leggerissimi, pochissimo solubili nell'etere alquanto più solubili nell'alcole, quasi del tutto insolubili nell'acqua. I cristalli si fondono a 200° circa e riscaldati ad una temperatura maggiore divengono pastosi, rimanendo

in tale stato anche dopo il raffreddamento. L'ammoniaca discioglie con difficoltà tali cristalli, e la soluzione viene precipitata dagli acidi, come pure dai sali di piombo e di argento.

Azoturo di Solfo-fenile e d'Idrogeno.

(Sin: Solfofenilamide, Azoturo, Fenil-solforoso)

$$\text{Formula } C^{12}H^{7}NSO^{4} = N \left\{ \begin{array}{l} C^{12}H^{5}SO^{4} \\ H \\ H \end{array} \right.$$

Gli AA. preparano questo composto per mezzo del cloruro di solfo-fenile che ottengono nel modo seguente: si scalda leggermente un miscuglio a volumi eguali di benzina e di acido solforico concentrato fino a che il liquido è divenuto omogeneo, si diluisce con acqua e si trasforma in fenil-solfito di calce saturandolo con creta; si filtra, si precipita con carbonato di soda, si filtra di nuovo e si evapora a secco il fenil-solfito di soda. Dopo aver mantenuto per qualche tempo questo sale in una stufa a 150° circa, s'introduce in storta tubulata con ossicloruro di fosforo avvertendo di mescolare a piccole riprese i due composti affine di evitare una troppo rapida reazione, che ha luogo anche alla temperatura ordinaria. Si distilla il miscuglio finchè passa una materia oleosa, quindi si rettifica raccogliendo a parte il prodotto che distilla alla temperatura costante di 254°.

Gli AA. hanno dato la preferenza al fenil-solfito di soda non a quello di calce per la preparazione del cloruro di solfo-fenile, perchè la reazione del sale di calce col cloruro di fosforile è incompleta. Nel liquido distillato a temperatura inferiore ai 254° trovavasi pure del cloruro di solfo-fenile trasportato dal cloruro di fosforile che distilla a più bassa temperatura: gli AA. utilizzarono anche queste porzioni mescolando in un mortaio il composto con carbonato d'ammoniaca in polvere fino a che manifestavasi l'odore del cloro. Lavato il tutto con acqua fredda, si scioglie e si fa cristallizzare nell'alcole bollente.

La solfofenilamide si deposita col raffreddamento in magnifiche pagliette perlacee, insolubili nell'acqua, solubilissime nell'alcole e

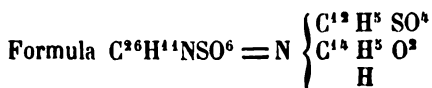
nell'ammoniaca. Esse fondono a 155°, ed a temperatura maggiore l'amide distilla senza alterarsi.

Il percloruro di fosforo scompone a caldo la solfofenilamide, formando acido cloridrico e cloruro di fosforile.

L'acido fosforico anidro l'incarbonisce dando luogo alla formazione di acido solforoso.

Azoturo di Solfo-fenile, di Benzoile e d'Idrogeno.

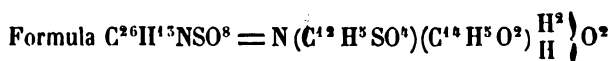
(Sin: Benzoil-solfofenilamide)

$$\text{Formula } C^{26}H^{11}NSO^{6} = N \begin{cases} C^{12}\,H^{5}\,SO^{4} \\ C^{14}\,H^{5}\,O^{2} \\ \quad\; H \end{cases}$$

Gli AA. preparano quest'amide riscaldando, in un bagno ad olio dai 140° ai 145°, parti equivalenti di solfofenilamide e cloruro di benzoile, coll'avvertenza di regolare convenevolmente la temperatura onde evitare una reazione secondaria che darebbe luogo alla formazione del cianuro di fenile e dell'acido fenilsolforoso, oppure a dei prodotti della scomposizione di essi. Il composto forma una massa viscosa che poscia cristallizza; questa trasformazione, che ha luogo con sviluppo di calore, viene attivata aggiungendo al prodotto piccola quantità di etere, od alcole. Se la sostanza contenesse ancora qualche traccia di cloruro di benzoile, questo può essere separato trattando la sostanza polverizzata con etere.

La benzoil-solfofenilamide si deposita, dalla soluzione alcolica bollente, in belli aghi, ovvero in prismi intralciati. Si scioglie facilmente nell'alcole assoluto, pochissimo nell'etere e meno nell'acqua. Fonde tra i 135° ed i 140°; a 120° ed anche a 130° è ancora solida. Scaldata rapidamente alla lampada entro tubo di vetro si imbrunisce e sviluppa vapori di cianuro di fenile; in tal caso è decomposta e la massa non si solidifica più col raffreddamento.

Quest'amide ha una reazione acida e si discioglie compiutamente negli alcali producendo dei sali; l'ammoniaca la trasforma in acido solfofenil-benzoilamico.

Acido Solfofenil-benzoilamico.

$$\text{Formula } C^{26}H^{13}NSO^{8} = N(C^{12}H^{5}SO^{4})(C^{14}H^{5}O^{2})\left.\begin{matrix}H^{2}\\H\end{matrix}\right\}O^{2}$$

Gli AA. ottennero quest'acido evaporando a un dolce calore, e meglio nel vuoto, la soluzione ammoniacale acquosa dell'amide precedente; nel quàl caso si ottiene un sciroppo denso, che poscia si solidifica in una massa raggiata.

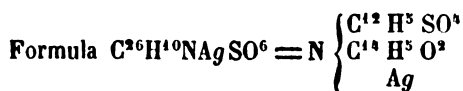
Questo prodotto è solubilissimo nell'acqua e nell'alcole, insolubile nell'etere. Se alla soluzione acquosa si aggiunge un acido, il liquido s'intorbida e deposita un olio spesso che, a poco a poco, si trasforma in aghetti cristallini i quali costituiscono la solfofenil-benzoìlamide.

Riscaldando il composto raggiato in un bagno ad olio fino a 140° si ha un abbondante sviluppo di ammoniaca, e si ottiene un residuo oleoso il quale, disciolto nell'alcole e precipitato poscia coll'acqua, presenta tutti i caratteri dell'amide precipitata dalla soluzione acquosa per l'aggiunta di un acido.

Gli AA. riconobbero identica la composizione del solfofenil-benzoilamato d'ammoniaca a quella del fenil-ossamato della stessa base descritto da Laurent e Gerhardt.

Azoturo di Solfofenile, di Benzoile e d'Argento.

(Sin: Benzoil-solfenil-argentamide)

$$\text{Formula } C^{26}H^{10}NAgSO^{6} = N\left\{\begin{matrix}C^{12}H^{5}SO^{4}\\C^{14}H^{5}O^{2}\\Ag\end{matrix}\right.$$

Gli AA. preparano questo corpo versando, in una soluzione acquosa e bollente di benzoil-solfofenilamide, alla quale aggiungono qualche goccia di ammoniaca, una soluzione bollente di nitrato d'argento; si fa bollire il miscuglio per alcuni minuti, quindi si filtra. Col raffreddamento si depongono dei belli aghi scoloriti, raggruppati qualche volta in agglomeramenti semisferici.

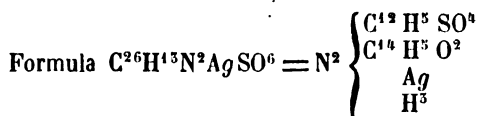
Questo composto è pochissimo solubile nell'acqua fredda, facil-

mente solubile nell'alcole bollente. Riscaldato con lampada a spirito si decompone tranquillamente sviluppando del gas acido solforoso, del cianuro di fenile, e lasciando un residuo nero formato di argento metallico e carbone mescolati insieme.

L'azoturo di solfofenile, di benzoile e di comile si ottiene dalla reazione del cloruro di comile coll'azoturo di solfofenile, di benzoile e d'argento. Il prodotto trattato a caldo coll'etere lascia deporre l'amide in forma di prismi.

L'azoturo di solfofenile, di benzoile e d'acetile si ottiene facendo reagire il cloruro d'acetile coll'azoturo di solfofenile, di benzoile e d'argento. La reazione avviene anche a freddo con grande energia. Si scioglie la massa nell'etere bollente, e per mezzo dell'evaporazione si deposita il prodotto in piccoli cristalli lucenti.

Diazoturo di Solfofenile, di Benzoile, d'Argento e d'Idrogeno.

$$\text{Formula } C^{26}H^{13}N^2AgSO^6 = N^2 \left\{ \begin{matrix} C^{12}\,H^5\,SO^4 \\ C^{14}\,H^5\,O^2 \\ Ag \\ H^3 \end{matrix} \right.$$

Gli AA. ottennero quest'amide dall'evaporazione spontanea di una soluzione satura di azoturo di solfofenile, di benzoile e d'argento nell'ammoniaca concentrata; i cristalli che si depositano sono alquanto colorati in rosso.

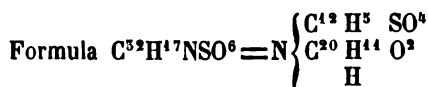
Questo composto si scioglie con facilità nell'acqua bollente; se l'ebollizione viene prolungata, si decompone in parte sviluppando dell'ammoniaca, e col raffreddamento si depongono dei cristalli misti dell'amide precedente e del diazoturo inalterato.

L'acido nitrico nella soluzione acquosa di questa sostanza determina la formazione di fiocchi bianchi, che si separano meglio mediante l'agitazione e che sono costituiti dall'azoturo di solfofenile, di benzoile e d'idrogeno (benzoil-solfofenilamide).

Il diazoturo scaldato a secco si gonfia e si decompone sviluppando ammoniaca.

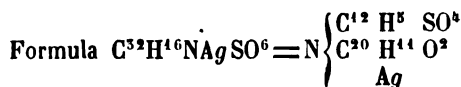
Azoturo di Solfofenile, di Comile e d'Idrogeno.

(Sin: Comil-solfofenilamide)

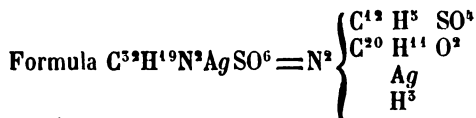
$$\text{Formula } C^{32}H^{17}NSO^{6}=N\begin{cases}C^{12}\,H^{5}\;SO^{4}\\C^{20}\,H^{11}\;O^{2}\\\quad H\end{cases}$$

Gli AA. ottennero quest'amide dalla reazione della solfofenila - mide col cloruro di comile, operando in un bagno ad olio ad una temperatura costante. Terminata la reazione la sostanza si solidifica, nel raffreddarsi, in una massa vetrosa, che non presenta verun segno di cristallizzazione; ma dalla soluzione alcolica di essa si ottengono dei prismi a base rettangolare brillantissimi.

Questa sostanza è solubile nell' alcole a freddo e molto meglio a caldo, insolubile nell'acqua anche bollente; fonde a 164°; riscaldata fortemente in un tubo dà del cianuro di comile.

Azoturo di Solfofenile, di Comile e d'Argento.

$$\text{Formula } C^{32}H^{16}NAgSO^{6}=N\begin{cases}C^{12}\,H^{5}\;SO^{4}\\C^{20}\,H^{11}\;O^{2}\\\quad Ag\end{cases}$$

L' amide precedente che è insolubile nell' acqua anche a caldo vi si discioglie con facilità quando si aggiunge all' acqua qualche goccia d'ammoniaca. Gli AA., versando in questa soluzione una soluzione di nitrato d'argento, ottennero un precipitato cristallino leggerissimo, quasi insolubile nell' acqua bollente, che costituisce appunto quest'azoturo. Esso si decompone col calore sviluppando del cianuro di comenile.

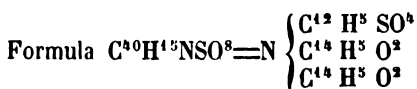
Diazoturo di Solfofenile, di Comile, d'Argento e d'Idrogeno.

$$\text{Formula } C^{32}H^{19}N^{2}AgSO^{6}=N^{2}\begin{cases}C^{12}\,H^{5}\;SO^{4}\\C^{20}\,H^{11}\;O^{2}\\\quad Ag\\\quad H^{3}\end{cases}$$

Gli AA. preparano questo composto sciogliendo il sale d'argento, precedentemente descritto, nell'ammoniaca; abbandonando la so-

luzione all'evaporazione spontanea esso si deposita sotto forma di piccoli aghi perlacei di bellissimo aspetto. È pochissimo solubile nell'acqua bollente; lo è alquanto nell'alcole. La soluzione acquosa, mantenuta per qualche tempo in ebollizione, svolge dell'ammoniaca.

Azoturo di Solfofenile e di Dibenzoile.

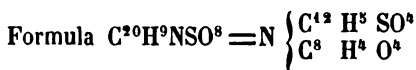
(Sin: **Dibenzoil-solfofenilamide**)

$$\text{Formula } C^{40}H^{15}NSO^{8} = N \begin{cases} C^{12}\ H^{5}\ SO^{4} \\ C^{14}\ H^{5}\ O^{2} \\ C^{14}\ H^{5}\ O^{2} \end{cases}$$

Gli AA. ottengono questo composto facendo reagire il cloruro di benzoile coll'azoturo di solfofenile, di benzoile e d'argento; vi ha formazione di cloruro d' argento e di azoturo di solfofenile e di dibenzoile. Esso forma una massa viscosa che, trattata poscia con etere assoluto, dà coll'evaporazione dei magnifici cristalli risplendenti.

I cristalli di questo azoturo si rammolliscono alla temperatura di 100° ed a 105° si fondono, e rimangono allo stato viscoso lungo tempo, nè si possono riprodurre senza trattare di nuovo la materia coll'etere. Un calore elevato trasforma questo composto in cianuro di fenile ed altri prodotti di decomposizione.

Azoturo di Solfofenile e di Succinile.

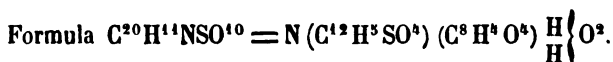
(Sin: **Succinil-solfofenilamide**)

$$\text{Formula } C^{20}H^{9}NSO^{8} = N \begin{cases} C^{12}\ H^{5}\ SO^{4} \\ C^{8}\ \ H^{4}\ O^{4} \end{cases}$$

Mettendo a reagire il cloruro di succinile colla solfofenilamide alla temperatura di 125° si ha grande sviluppo di acido cloridrico, il quale cessa ben presto col solidificarsi della massa. La reazione per altro non è compiuta, ed innalzando la temperatura fra i 160° e 200° la massa ritorna fluida e lo sviluppo di acido cloridrico si manifesta di nuovo. Cessata la reazione, il prodotto viscoso si solidifica lentamente in una massa cristallina; solidificazione che

può ottenersi d'un tratto coll'aggiunta di piccola quantità di alcole.

Quest'amide è poco solubile nell'alcole dal quale precipita in bellissimi cristalli; è poco solubile nell'acqua bollente e nell'etere; l'ammoniaca la discioglie a stento. Essa fonde a 160° circa: scaldata a più alta temperatura si decompone sviluppando acido solforoso.

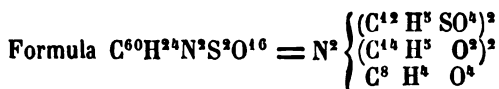
Acido Solfofenil-succinamico.

$$\text{Formula } C^{20}H^{11}NSO^{10} = N(C^{12}H^5SO^4)(C^8H^4O^4)\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O^2.$$

Gli AA. non ottennero di quest'acido che il sale d'ammoniaca e quello d'argento; esso si forma in così piccola quantità che non fu loro possibile di isolarlo.

Sciogliendo la solfofenil-succinamide nell'ammoniaca concentrata ed evaporando la soluzione prima a blando calore poscia nel vuoto, si ottiene un liquido sciropposo molto denso che quindi cristallizza in fibre setacee. Questo corpo costituisce il sale d'ammoniaca, che è solubilissimo nell'acqua; scaldato in bagno ad olio a 120° sviluppa traccie d'ammoniaca, lo sviluppo si fa grande a 165° cessato il quale si ottiene un olio che si solidifica col raffreddamento e che, disciolto nell'acqua bollente, fornisce dei cristalli perlacei di solfofenilamide.

Il solfofenil-succinamato d'argento si ottiene versando nitrato d'argento nella soluzione del sale d'ammoniaca descritto.

Diazoturo di Solfofenile, di Benzoile e di Succinile.

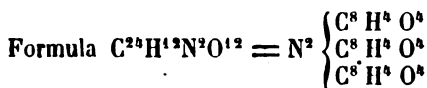
$$\text{Formula } C^{60}H^{24}N^2S^2O^{16} = N^2\left\{\begin{matrix}(C^{12}H^5SO^4)^2\\(C^{14}H^5O^2)^2\\C^8H^4O^4\end{matrix}\right.$$

Gli AA. ottengono questa diamide riscaldando a dolce calore un miscuglio fatto di 2 equivalenti di azoturo di solfofenile, di benzoile e d'argento, con 1 equivalente di cloruro di succinile. La massa che ne risulta si tratta coll'etere e si abbandona alla evaporazione spontanea. Una parte del prodotto si depone dalla soluzione in forma di piccoli aghetti, e un'altra parte resta di-

sciolta nell'etere coll'aspetto di una sostanza oleosa, la quale finisce anch'essa per cristallizzare in aghetti identici ai primi.

Questa diamide fonde a 146°; l'etere la scioglie difficilmente alla temperatura e pressione ordinaria; ma sotto maggior pressione ed a caldo la scioglie in tutte le proporzioni. La soluzione eterea, fatta in tubo chiuso, col raffreddamento e coll'evaporazione, depone sulle pareti del tubo la sostanza in forma di lamine esilissime ed allungate.

Diazoturo di Succinile.

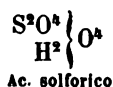
(Sin: Trisuccinamide)

$$\text{Formula } C^{24}H^{12}N^2O^{12} = N^2 \begin{cases} C^8\,H^4\,O^4 \\ C^8\,H^4\,O^4 \\ C^8\,H^4\,O^4 \end{cases}$$

Per ottenere questa diamide gli AA. mescolano 1 equivalente di azoturo di succinile e d'argento (succinamide argentica), sciogliendo prima il cloruro in un volume d'etere doppio del proprio. La reazione è viva ed il calore che si sviluppa è sufficiente per evaporare tutto l'etere. Trattando la massa a caldo con etere assoluto entro tubo chiuso, si ottengono col raffreddamento dei piccoli cristalli fusibili a 83° e decomponibili dall'acqua.

Gli Autori cercano di stabilire un ravvicinamento tra le amidi e gli acidi corrispondenti, facendo derivare le amidi dal tipo ammoniaca collo stesso artifizio immaginato da Gerhardt per far derivare gli acidi dal tipo acqua. Questo Chimico ammette che, partendo dall'acqua rappresentata colla formula H^2O^2 e sostituendo l'idrogeno in tutto o in parte con un radicale negativo o positivo, si ottiene ciò che egli chiama una *serie*, vale a dire un gruppo di composti di una costituzione analoga, che abbraccia gli acidi idrati, gli acidi anidri, i sali, gli ossidi metallici idrati, gli ossidi anidri. Se si rappresenta con **R** un radicale metalloide o negativo, con **M** un radicale metallico o positivo, i corpi della serie anzidetta saranno rappresentati dalle seguenti formule generali:

$\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}R\\H\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}R\\M\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}H\\M\end{matrix}\right\}O^2$	$\left.\begin{matrix}M\\M\end{matrix}\right\}O^2$
Acqua	Acido idrato	Acido anidro	Sale	Ossido idrato	Ossido anidro

Quanto agli acidi bibasici Gerhardt ammette che derivino da un gruppo molecolare formato di 2 molecole d'acqua, cioè H^4O^4, e che gli acidi tribasici abbiano per tipo un gruppo molecolare formato da tre equivalenti d'acqua cioè H^6O^6. Inoltre egli ritiene che negli acidi monobasici il radicale sostituente negativo sia monoatomico cioè capace di sostituirsi all'idrogeno equivalente ad equivalente, che negli acidi bibasici il radicale sia invece biatomico, cioè che un solo equivalente di esso possa sostituirne due d'idrogeno, e che negli acidi tribasici possa sostituirne tre, cioè che il radicale sia triatomico. Se formuliamo secondo tale principio gli acidi nitrico, solforico e fosforico che sono rispettivamente mono, bi e tribasici, avremo:

$\left.\begin{matrix} NO^4 \\ H \end{matrix}\right\} O^2$	$\left.\begin{matrix} S^2O^4 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^4$	$\left.\begin{matrix} PO^2 \\ H^3 \end{matrix}\right\} O^6$
Ac. nitrico	Ac. solforico	Ac. fosforico

D'onde chiaramente si deduce che NO^4 è l'equivalente di H, S^2O^4 è l'equivalente di H^2, e PO^2 è equivalente di H^3.

Con un artifizio conforme del tutto al precedente gli AA. fanno derivare le amidi dal tipo ammoniaca, colla differenza per altro che, quest'ultima sostanza contenendo 3 equivalenti d'idrogeno sostituibili invece di due che ne contiene l'acqua, i derivati debbono essere naturalmente più numerosi ed i casi di sostituzione più variati. Essi riducono le amidi a 2 soli tipi, rappresentati l'uno da un equivalente d'ammoniaca $= NH^3$, l'altro da 2 equivalenti riuniti in una sola molecola $= N^2H^6$. Inoltre sostituendo in parte o in tutto i 3, od i 6 equivalenti d'idrogeno contenuti in questi due gruppi con radicali monoatomici, biatomici o triatomici, mostrano come si possa intendere la costituzione atomica di tutte le amidi ottenute finora.

Se rappresentiamo con R' un radicale monoatomico, con R'' un radicale biatomico, con R''' un radicale triatomico, potremo ridurre tutte le amidi conosciute a poche formule generali che abbracciano tutti i casi di combinazioni possibili.

Amidi propriamente dette.

Tipo			
$N\left\{\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right.$	$N\left\{\begin{matrix}R'\\H\\H\end{matrix}\right.$	$N\left\{\begin{matrix}R'\\R'\\H\end{matrix}\right.$	$N\left\{\begin{matrix}R'\\R'\\R'\end{matrix}\right.$
Ammoniaca	Amidi primarie	Amidi secondarie	Amidi terziarie

$N\left\{\begin{matrix}R''\\H\end{matrix}\right.$	$N\left\{\begin{matrix}R''\\R'\end{matrix}\right.$	$N\left\{R'''\right.$ (1)
Imidi		Azoturi

Diamidi.

Tipo					
$N^2\left\{\begin{matrix}H^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right.$	$N^2\left\{\begin{matrix}R''\\H^2\\H^2\end{matrix}\right.$	$N^2\left\{\begin{matrix}R''\\R''\\H^2\end{matrix}\right.$	$N^2\left\{\begin{matrix}R''\\R''\\R''\end{matrix}\right.$	$N^2\left\{\begin{matrix}R'''\\R'''\end{matrix}\right.$	$N^2\left\{\begin{matrix}R'''\\R''\\R\end{matrix}\right.$ ecc.
Ammoniaca	Diamide primaria	Diamide secondaria	Diamide terziaria		

Per non moltiplicare inutilmente le formule abbiamo soppresso tutte quelle che si potrebbero avere facendo intervenire de'radicali monoatomici e biatomici nel tempo stesso, e che d'altronde si possono facilmente prevedere, partendo dal principio di sopra stabilito.

NUOVO PROCESSO PER PREPARARE L'ACIDO FORMICO; DI BERTHELOT.

(*Comptes rendus*, *tom*. 42, *pag*. 447).

ESTRATTO.

L'A. ha dimostrato in un altra memoria che la potassa assorbe l'ossido di carbonio il quale fissa gli elementi di due equivalenti di acqua e si converte in acido formico. Ora è noto che l'acido

(1) A questo caso gli AA. riducono l'azoturo di boro NB, in cui B sostituendo 3 molecole d'idrogeno dell'ammoniaca, sarebbe l'equivalente di H^3.

ossalico sotto l'influenza del calore si scinde in acido carbonico, ossido di carbonio ed acqua: era dunque da sperarsi, che, se si fosse potuto operare questa scissione ad una temperatura tale che l'acido formico non si potesse decomporre, l'ossido di carbonio e l'acqua sarebbero rimasti in tale reazione insieme combinati per dare acido formico. L'A. ha trovato infatti che colla glicerina sciropposa si ottiene questo intento, e si ha dall'una parte acido carbonico che si sviluppa, e dall'altra acido formico che rimane disciolto nella glicerina.

Ecco come l'autore procede in questa operazione. Egli introduce in una storta della capacità di due litri un k. d'acido ossalico del commercio, un k. di glicerina sciropposa e 100 a 200 gr. di acqua: e riscalda dolcemente cercando di non oltrepassare la temperatura di 100°. Ben tosto si manifesta una viva effervescenza dovuta all'acido carbonico che si sviluppa, e, dopo 12 o 15 ore, tutto l'acido ossalico è decomposto rimanendo l'acido formico disciolto nella glicerina. Si versa allora nella storta un mezzo litro di acqua e si distilla avendo cura di aggiungere nuova acqua a mano che questa passa nel recipiente. L'operazione è terminata quando si sono raccolti 6 a 7 litri di liquido. A questo punto tutto l'acido formico si è volatilizzato coll'acqua, e la glicerina resta sola nella storta e può servire a decomporre un secondo ed anche un terzo k. di acido ossalico. Così procedendo l'A. ha ottenuto da 3 k. di acido ossalico del commercio 1,^{k}050 di acido formico ossia 40^{gr} meno di quello che indicherebbe il calcolo; differenza che l'A. attribuisce alle impurità dell'acido ossalico commerciale.

Una sola avvertenza è da osservarsi in questa operazione ed è di non riscaldare troppo rapidamente dapprima: giacchè allora per effetto della reazione il liquido si riscalda a 190° o 200°, e cessato lo sviluppo dell'acido carbonico, ne comincia un altro dovuto ad ossido di carbonio proveniente dall'acido formico stesso. D'altra parte, questi due periodi sono così ben distinti, che lo stesso A. propone di profittare di questa reazione per separarne l'ossido di carbonio, il quale essendo affatto esente da acido carbonico non ha bisogno d'altra depurazione.

Finalmente l'A. fa osservare che la glicerina rimanendo intatta in tali operazioni senza subire la menoma alterazione, conviene ammettere che essa operi per il solo contatto.

TRASFORMAZIONE DI DIVERSI ACIDI ORGANICI DOVUTA AD UN' AZIONE DI PRESENZA ; LASSAIGNE.

(*Comptes rendus*, *tom*. 42, *pag*. 494).

In occasione della precedente memoria l'A. ha fatto conoscere all'Accademia alcune reazioni, le quali, se non hanno lo stesso interesse pratico vi si rannodano bensì perchè dipendono egualmente da ciò che si comprende sotto la denominazione di *azione di presenza.*

L'acido malico scaldato per qualche ora con acido idroclorico, si converte in gran parte in acido fumarico, disidratandosi così in seno all'acqua stessa. L'acido citrico trattato allo stesso modo, parzialmente si disidrata e produce una certa quantità di acido aconitico. Evaporando a siccità e scaldando il residuo coll'etere si può togliere quest'ultimo acido. Ripetendo questo stesso trattamento sull'acido citrico residuo, lo si può convertire tutto in acido aconitico ed acqua senza avervi mescolate tutte quelle materie brune ed indeterminate che accompagnano sempre l'acido aconitico preparato per via secca.

L'acido tartarico scevrato intieramente di acido racemico e fatto bollire per qualche giorno con acido idroclorico, contiene dopo questo trattamento il 3 per 100 di acido racemico e nel tempo stesso una parte dell'acido tartarico si trova convertito in un acido sciropposo che si concreta alla stufa. Questo ultimo acido è sembrato all'A. molto più stabile delle modificazioni d'acido tartarico ottenuto per via secca, ma non l'ha ulteriormente esaminato.

NOTA SULL'ACIDO BORICO DELLA MAREMMA TOSCANA ; DEL PROF. D. CASANTI.

Due fabbriche di acido borico, sorte da pochi anni presso il Lago di Monte Rotondo per cura del signor Durval di Massa marittima, danno a sperare che la manifattura di questo prodotto sia per acquistare nella Maremma Toscana una nuova estensione, oltre a quella

già larghissima cui venne condotta dal conte di Lardarel. Le fabbriche Durval non producendo per ora che 60000 kilogrammi di acido borico, non è dal lato della vendita annua che si fa palese tutta la loro importanza, ma questa apparisce manifestissima quando si tien conto del fatto, che il Durval mancante di soffioni naturali onde valersene in luogo di combustibile per conseguire la concentrazione delle acque del lago sunnominato, satura già di acido borico per effetto dei vapori vulcanici che dal fondo del cratere emergendo per quelle attraversano veementi, è giunto a procacciarseli all'uopo con il soccorso dell'arte. L'illustre Gazzari nostro fu il primo a concepire l'idea, che perforando i terreni boraciferi della maremma toscana, si potesse provocare a piacere l'eruzione del vapor sotterraneo, ed averlo di tal maniera in soffioni non dissimili da quelli che irrompono dal suolo frequentemente spontanei; e sopra di ciò così egli si esprimeva fino dal 1838 in un suo articolo inserito nel *Giornale del commercio delle arti e manifatture,* decennio II an. I.–Le più leggere cognizioni di geologia persuadono, che il minerale, la composizione del quale somministra l'acido borico che esala in vapori ardenti dai soffioni maremmani, non è distribuito in ammassi isolati posti presso la base di ciascun soffione, ma forma un deposito immenso di cui è ignota la estensione, ed al quale potendo pervenire mediante opportuna e ben diretta trapanazione del terreno, dovrebbe, o resultarne naturalmente, o potersene provocare artificialmente per una giudiziosa introduzione dell'acqua o per altri mezzi l'eruzione, come nei terreni atti per natura alla formazione dei pozzi artesiani qualunque punto può fornirne, meno qualche rara eccezione dipendente da accidentalità locali. — L'industria, impadronitasi di questo felice concetto, fece che poco dopo, per opera del chimico V. Manteri, si vedesse manifestamente ridotto a realtà negli stabilimenti Durval.

Il Manteri, tentato il terreno prossimo al lago colla trivella artesiana, trovò che per mezzo della perforazione debitamente condotta si poteva a volontà conseguire ora una scaturigine di acqua satura di acido borico, ed ora conforme all'ipotesi palesata dal Gazzari la desiderata eruzione del vapore vulcanico: il resultato dell'opera era l'acqua boracica se il foro veniva arrestato alla roccia calcareo-silicea dell'esplorato terreno; era il sorgere subitaneo dell'urente vapore, se rotta la stessa roccia calcareo–silicea veniva remosso ogni ostacolo alla sua pronta evasione.

Allora fu che il Durval procurandosi i soffioni col mezzo dei fori artesiani, ed usandoli in luogo di combustibile nella evaporazione delle acque boracifere, venne ad emancipare la manifattura dell'acido borico dall'ostacolo il più valevole ad impedirne l'ampliamento; e posto il principio oggimai dimostrato dal fatto che nei terreni boraciferi della nostra Toscana il minerale da cui perviene l'acido borico formi un deposito immenso e d'ignota estensione, chiaro apparisce come il sistema Durval abbia in sè quanto basta per resultare fecondo delle più utili conseguenze. Dato il terreno boracifero potranno senza tema di rischio accorrervi i capitali e dilatare sopra di esso un'industria non avara di larghe ricompense, e la concorrenza farà poi che maggiormente si estenda il consumo dell'abbondante prodotto, porterà miglioramenti nuovi ai metodi della sua estrazione e depurazione, darà incremento alla fabbricazione dei prodotti secondarj utili, e buoni sempre a rincalzare opportunamente e vitalmente la economia della produzione principale.

PER RICONOSCERE LA PRESENZA DELL'ALLUME NEI VINI ROSSI;

J. L. LASSAIGNE.

Comp. rend. XLII, 410.

ESTRATTO.

Fra le diverse sostanze, colle quali si sofisticano i vini per dare ad essi quell'astringente di cui sono privi, o che possono avere perduto, è comune l'allume di potassa.

Un vino rosso sofisticato con allume, facendolo bollire per alcuni minuti, s'intorbida da prima e deposita quindi col raffreddamento una lacca affatto insolubile, e più o meno colorata secondo la natura della materia colorante del vino. Questo precipitato, separato dal liquido e calcinato in contatto dell'aria entro crogiuolo di platino, lascia per residuo una polvere bianca che è l'allumina anidra. Ciò non si osserva nei vini che non contengono questo sale.

Con questo metodo semplicissimo si può scoprire, dice l'autore, anche $^{1}/_{3000}$ di allume di potassa o di ammoniaca disciolto in un vino.

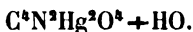
SUL FULMINATO DI MERCURIO E SOVRA ALCUNI PRODOTTI DERIVANTI DALLA SUA DECOMPOSIZIONE;

L. SCHISCHKOFF

(*Ann. der Chim. u. Pharm.* XCVII, 53).

L' Autore ha sottomesso ad un accurato esame il fulminato di mercurio ed i prodotti derivanti dalla sua decomposizione allo scopo di raccogliere un numero sufficiente di dati per poter poi decidere qual sia la vera costituzione dei fulminati.

Il fulminato di mercurio, quale si ottiene separando da un poco di ossalato di mercurio il prodotto cristallino greggio che si prepara nelle fabbriche, guardato col microscopio si trova formato di ottaedri rombici semitrasparenti, e dotato della composizione $C^4N^2Hg^2O^4$, corrispondente esattamente a quella del fulminato di argento. Facendo cristallizzare nell'acqua il sale di mercurio, esso si deposita in aghetti risplendenti giallastri, che hanno per formula

$$C^4N^2Hg^2O^4+HO.$$

L'A. ha tentato di costituire i due equivalenti di mercurio contenuti nel sale con due equivalenti di metallo alcalino, trattando il fulminato con ioduro di potassio. Non ha però ottenuto l' intento, giacchè il fulminato si discioglie a caldo nella soluzione d' ioduro di potassio senza decomporsi. Col raffreddamento si deposita un sale cristallizzato in foglie risplendenti, molto esplosive rappresentate da $2C^4N^2Hg^2 \times O^4+KI$. I cloruri di potassio e di ammonio forniscono analoghi risultamenti. Se la soluzione del fulminato nell' ioduro si fa bollire, essa fornisce un precipitato bruno abbondante che contiene ioduro rosso di mercurio, e facendo evaporare il liquido si sviluppa ammoniaca, e si depositano col raffreddamento dei cristalli che costituiscono il sale di potassa di un nuovo acido. Questo acido è stato chiamato dall' A. acido *isocianurico*, ed è identico coll'acido *fulminurico* scoperto e descritto da Liebig (1) quasi nel tempo stesso in cui il chimico Russo si occupava di questo soggetto.

(1) Nuovo Cimento, t. II, p. 125 e 220.

La formazione del nuovo acido riesce egualmente impiegando cloruro di potassio o di sodio invece dello ioduro di potassio. Il primo di questi cloruri è preferibile perchè l'isocianurato di potassa è meno solubile di quello di soda, e si purifica perciò più facilmente. Per preparare l'isocianurato si aggiunge a piccole porzioni per volta del fulminato di mercurio ad una soluzione quasi satura e bollente di cloruro di potassio (per 1 p. di cloruro di potassio se ne impiegano 2 di fulminato di mercurio umido), e si riscalda fino che il liquido non si è colorato in giallo e tutto il sale mercuriale non si è disciolto. La soluzione deposita in breve un precipitato giallo, che si separa per mezzo della filtrazione, e si rapprende poi col raffreddamento in una massa caseosa, che è costituita da una combinazione poco stabile del sale di potassa con l'ossido di mercurio. Ponendo questa sostanza in sospensione nell'acqua, e assoggettandola all'azione dell'idrogeno solforato, si precipita del solfuro di mercurio e l'isocianurato rimane disciolto.

L'isocianurato di potassa si scioglie in 10 p. d'acqua fredda, ed in piccola quantità d'acqua bollente. Forma dei cristalli setacei, che possono acquistare grandi dimensioni quando si formano lentamente. Riscaldato a 225° non si altera: ad una temperatura superiore sviluppa molto acido idrocianico, quindi si decompone deflagrando. L'A. ha trovato per questo sale e per gl'isocianurati di potassa e d'argento le formule stesse stabilite da Liebig. L'acido libero è rappresentato dalla formula $C^6H^3N^3O^6$, e può ottenersi in piccoli prismi lasciandone per qualche giorno la soluzione alcolica a se stessa.

Il sale più caratteristico dell'acido isocianurico è quello che esso forma col cuprammonio. Se si mescola una soluzione di questo acido con la soluzione di un sale di rame in un eccesso di ammoniaca, e si riscalda il miscuglio sino a farlo bollire, si depositano col raffreddamento dei prismi risplendenti di colore azzurro intenso, i quali non si alterano all'aria e nemmeno si decompongono alla temperatura di 150°. Essi sono quasi insolubili nell'acqua, e difficilmente solubili nell'ammoniaca. Dietro la determinazione del rame che essi contengono sarebbero rappresentati dalla formula:

$$C^6N^3H^2(NH^3Cu)O^6+NH^3.$$

L'acido isocianurico si combina coll'urea e coll'anilina, formando delle sostanze cristallizzate.

Decomponendo l'isocianurato di potassa in sospensione nell'alcole con acido idroclorico gassoso si ottiene, l'etere isocianurico, il quale costituisce un liquido di odore grato ed aromatico, che non può distillarsi senza che si decomponga. In contatto della potassa alcolica esso rigenera l'isocianurato di potassa. In contatto dell'anilina forma dei cristalli risplendenti, che costituiscono probabilmente l'anilide dell'acido isocianurico.

L'acido isocianurico ed i suoi sali si decompongono per l'azione di un'alta temperatura con leggera esplosione. In contatto dell'acido idroclorico concentrato esso si decompone sviluppando acido carbonico, producendo ammoniaca ed una sostanza azotata che si precipita quando, neutralizzata la soluzione, si aggiunge ad essa un sale di barite o di calce. La barite sembra indurre col riscaldamento una decomposizione analoga. L'acido nitroso decompone l'acido isocianurico con abbondante sviluppo gassoso, e con formazione di un acido azotato il cui sale d'argento è insolubile.

L'A. ha pure esaminato il precipitato giallo, che si forma contemporaneamente all'acido isocianurico per l'azione del cloruro di potassio sul fulminato di mercurio, collo scopo di vedere quali prodotti complementari accompagnino la produzione del nuovo acido. Tale precipitato non è una sostanza omogenea, e si scinde per l'azione del riscaldamento in acqua, carbonato d'ammoniaca e sottocloruro di mercurio.

Siccome la formula più semplice con cui si possa esprimere la composizione dell'acido isocianurico è $C^6H^3N^3O^6$, bisogna ammettere che prendono parte alla sua formazione due equivalenti di fulminato di mercurio $= 2C^4N^2Hg^2O^4$, e siccome le acque madri dalle quali si è depositato l'isocianurato non contengono alcun altro prodotto organico, il carbonio e l'azoto residuo dei due equivalenti di fulminato devono trovarsi nel precipitato giallo. Ammettendo che il fulminato si scinda in acido isocianurico ed acido cianico, i prodotti complementari della reazione sarebbero l'acido carbonico e l'ammoniaca, che appunto contiene il precipitato giallo surriferito, e che avrebbero origine dalla decomposizione dell'acido cianico.

Se invece di trattare con cloruro e ioduro di potassio il fulminato di mercurio, si tratta con questi corpi il fulminato d'argento,

non si riesce ad ottenere acido isocianurico, ma solo si separa una metà dell' argento del sale, e si forma un fulminato doppio.

I fulminati di mercurio e di argento presentano una differenza notevole riguardo al modo nel quale contengono i due equivalenti di metallo.

In quello d'argento si può rimpiazzare facilmente un equivalente di argento con altri metalli. In quello di mercurio invece tutto il metallo è in una combinazione più intima, tanto che se si tenta di separarlo si opera sempre una decomposizione dell'acido.

L'A. pensa che l'acido fulminico si ravvicini per la sua costituzione più alle amidi che agli acidi, e che i metalli non si trovino nei fulminati come sogliono esistere nei sali, ma piuttosto vi esistano come nelle amidi al posto dell'idrogeno dell'ammoniaca.

SULL' OLTREMARE ARTIFICIALE ; C. STOLZEL

Ann. der Chim u. Pharm. XCVII, 35.

Il bel colore azzurro indicato col nome di oltremare, com' è noto, apparteneva altra volta alle materie coloranti le più preziose, giacchè si otteneva solamente dal lapislazzuoli sostanza molto rara. Clement e Desormes furono i primi a far conoscere nel 1806 la natura chimica di questo prodotto minerale: da quell' epoca in poi numerosi tentativi furono fatti per ottenere la pregiata sostanza colorante finchè Guimet in Francia risolvè nel 1828 il problema della produzione artificiale dell'oltremare, e contemporaneamente Gmelin in Germania indicò un processo per ottenerlo. La fabbricazione dell' oltremare si è oggi perfezionata ed estesa tanto, che si possono oggi acquistare 100 libbre di questo prodotto col prezzo che serviva 50 anni addietro a pagarne una sola oncia. Non ostante ciò la questione scientifica relativa alla produzione dell' oltremare non è sufficientemente rischiarata, non conoscendosi per anche quale azione scambievole esercitino gli uni sugli altri i diversi corpi che prendono parte alla sua formazione. Le seguenti ricerche sono state intraprese collo scopo di rischiarare questo problema, e sono state eseguite sui prodotti che si ottengono allafabbrica di Kaiserslautern in Baviera.

L'analisi qualitativa dell'oltremare verde ed azzurro indica in essi silice, allumina, soda e solfo, che sono i quattro componenti principali, ed inoltre quantità non indifferenti di ferro, di calce e di cloro insieme a tracce di magnesia, di potassa e d'acido fosforico. È sempre in dubbio se, oltre i quattro corpi ricordati per i primi, il ferro sia o no essenziale. Nell'oltremare preparato a Kaiserslàutern esso non manca mai, perchè si ritrova sempre nei materiali greggi impiegati per la fabbricazione. Tutte le analisi dell'oltremare tanto artificiale che naturale, se si eccettuano quelle di Clement e Desormes e di Gmelin, annunziano la presenza del ferro in questo prodotto. Anche l'A. lo ha sempre trovato in varii saggi, ma spesso in quantità tenuissima, non si può perciò ritenere come deciso se il ferro sia o no componente essenziale dell' oltremare.

L'analisi fatta dall'A. sull'oltremare azzurro ha fornito i seguenti risultati:

Al^2O^3 . . .	31, 18
Fe	0, 50
CaO . . .	0, 44
Na	11, 10
SiO^3 . . .	38, 31
SO^3. . . .	3, 54
S	4, 52
Ch	0, 91
MgO, KO, PO^5	Tracce
	90, 30
O	9, 70
	100, 00

È stato ricercato se il prodotto contenesse altre sostanze che fino qui fossero sfuggite all'analisi, come materie organiche, acido carbonico ecc., ma non essendosi ritrovato nulla di ciò, l'A. ha calcolato, come ossigeno quello che mancava a compire le 100 p. Quest'ossigeno può considerarsi in molteplici guise combinata al sodio, al ferro, allo zolfo, l'analisi immediata però non avvalora tale opinione.

L'A. ha pure analizzato un oltremare di bel color verde. È noto che nel fabbricare l'oltremare azzurro dopo il primo arrostimento si forma un prodotto che ha una tinta verde, e che per un ulteriore riscaldamento in contatto dello zolfo e dell'aria prende il colore azzurro puro. Se il riscaldamento si fa in vasi di terra, la parte centrale del miscuglio è quella che prende un color verde e qualche volta anche rosso. Però è solo per caso che si ottengono delle belle tinte verdi.

L'analisi dell' oltremare azzurro sopra riferita differisce dalle altre fatte su questa sostanza, le quali inoltre non offrono fra esse alcuna concordanza, mentre quella dell'oltremare verde concorda discretamente con un analisi pubblicata da Elsner, ed eseguita sovra un materiale di tutt'altra provenienza. Si ha diffatto per la composizione dell'oltremare verde:

	Stölzel	Elsner
Fe	0, 49	0, 90
Ca	0, 45	—
Na	19, 09	25, 50
SiO^3	37, 46	39, 90
SO^3	0, 76	0, 40
I	6, 08	4, 60
Ch	0, 37	—
MgO, KO, PO^5	Tracce	—
Al^2O^3 . . .	30, 11	30, 00
	94, 81	101, 30
O.	5, 19	
	100, 00	

Tanto nell'una come nell'altra analisi calcolando il sodio ed il ferro allo stato di ossidi si ha sensibilmente lo stesso eccesso nella somma dei componenti sovra 100. Dalla concordanza di questi risultati sembra all' A. potersi dedurre che l'oltremare verde è una combinazione chimica definita, mentre l'oltremare azzurro, nel quale si riscontrano proporzioni molto variabili di allumina e di silice, conterrebbe la combinazione chimica da cui dipende il colore, mescolata ad un eccesso dell'una o dell'altra di queste due sostanze.

Confrontando le analisi sopra riferite dell'oltremare verde ed azzurro si vede che, mentre rimangono costanti gli altri componenti essenziali, quando il colore passa dal verde all'azzurro, diminuiscono le quantità assolute del solfo e del sodio, aumenta la proporzione dell' acido solforico, come pure quella dell'ossigeno assorbito. Quest' ultimo elemento è da considerarsi come essenziale per la produzione dell'oltremare azzurro. Ciò risulta non solo dalle esperienze fatte dai vari chimici, ma anche dai fenomeni che si manifestano in pratica nella preparazione delle materie colorate.

Si vede infatti che quando la preparazione si fa in vasi di argilla porosa, il prodotto contenuto in essi non è mai colorato uniformemente in azzurro: la parte centrale ha talvolta un color rosso molto alterabile per il contatto dell'aria e dell' acqua, le parti adiacenti sono verdi e vanno gradatamente passando all'azzurro a mano a mano che si avvicinano alle pareti o all'apertura del vaso ove potevano risentire l'influenza dell'ossigeno. Spesso ancora succede che, quando si vuotano i vasi contenenti la materia colorante verde, questa appena giunta al contatto dell'aria, passa subitamente all'azzurro.

Esaminando attentamente l'analisi dell'oltremare azzurro, si vede inoltre che l'ossigeno in esso contenuto deve almeno in parte essere combinato allo zolfo. Anche ammettendo che tutto il sodio si trovi allo stato di soda, ciò che certamente non è, rimarrebbero 3 p. $^0/_0$ di ossigeno, che non possono ritenersi che uniti allo zolfo il quale non figura come acido solforico. Anche sulle altre analisi fatte precedentemente sull'oltremare può ripetersi la stessa osservazione.

I chimici, partendo specialmente dal fatto che l'oltremare azzurro trattato con acidi energici sviluppa idrogeno solforato, pone in libertà solfo, e perde nello stesso tempo il suo bel colore, hanno ammesso che un solfuro o polisolfuro di sodio fosse la cagione della colorazione azzurra del composto. L'A. crede invece, dietro le considerazioni sovra riferite, che lo zolfo si trovi in parte allo stato di acido solforoso o di acido politionico, e che le combinazioni di questi acidi colla soda abbiano parte essenziale alla produzione dell'oltremare.

Egli avvalora questa sua deduzione osservando che nella preparazione dell'oltremare si hanno tutte le condizioni favorevoli alla produzione di acidi inferiori dello zolfo e specialmente dell'acido

iposolforoso, giacchè si riscalda solfuro di sodio in contatto dell'aria, o solfo in contatto di un solfato.

L'A. termina il suo lavoro con un esame delle alterazioni che l'oltremare verde e l'azzurro subiscono, quando sono trattati coi diversi reagenti, e riassume, come appresso, i risultati ottenuti.

1. L'oltremare azzurro, riscaldato fuori del contatto dell'aria ad alta temperatura, perde il suo colore e fornisce una materia bianca, che sviluppa acido solforoso quando si tratta con acido idroclorico: l'oltremare verde nelle medesime condizioni si trasforma in oltremare azzurro, che in questo caso resiste all'azione del calore, e sviluppa idrogeno solforato trattandolo con acido idroclorico.

2. L'aria, l'ossigeno, il clorato di potassa, il nitro, l'acido solforoso, l'idrogeno distruggono il colore dei due oltremari ad un'alta temperatura; la potassa e la soda caustiche fanno lo stesso anche a dolce calore; gli acidi energici e il cloro decompongono il prodotto anche alla temperatura ordinaria.

3. L'idrogeno sviluppa coll'azione del calore idrogeno solforato dall'oltremare azzurro, ma non da quello verde, e trasforma l'uno e l'altro in una materia grigia, che, alla fiamma ossidante del cannello, si colora in verde, poi in azzurro.

4. La potassa e la soda solide, e meglio il potassio ed il sodio fanno passare, per l'azione di un dolce calore, l'uno e l'altro oltremare al color rosso.

5. L'oltremare verde, quando non sia trattato con agenti energici, ha sempre tendenza a passare al colore azzurro sotto l'influenza di una temperatura elevata.

SULLA DETERMINAZIONE DEL CLORO ATTIVO CONTENUTO NEL CLORURO DI CALCE; C. NOELLENER.

Ann. der Chim. u. Phar XCV, 113.

Varii metodi sono stati proposti per determinare per mezzo di soluzioni graduate la quantità di cloro contenuto in un cloruro di calce commerciale. Siccome però in alcuni casi potrebbe essere preferibile di ricorrere alla determinazione diretta per mezzo della

bilancia, è cosa utile conoscere qualche metodo semplice che permetta di raggiungere con esattezza l'intento. Era stato consigliato a questo oggetto di determinare la quantità di acido solforico che si forma mescolando una data quantità dell'ipoclorito di calce da esaminarsi, con una soluzione pura di acido solforoso; ma la difficoltà di preparare e mantenere questa soluzione scevra di acido solforico è di grave ostacolo all'esecuzione di questo metodo. L'Autore ha sostituito all'acido solforoso l'iposolfito di soda, il quale, com'è noto, si trasforma per l'azione del cloro libero in solfato anche all'ordinaria temperatura, e precipita poi l'acido solforico col cloruro di bario.

L'operaziono si eseguisce nel modo seguente. Si prende circa un grammo del cloruro di calce, e si mescola in un palloncino con due grammi d'iposolfito di soda, poi con acqua, quindi si chiude il recipiente con un tappo di sughero e si agita il miscuglio in modo da determinare, il meglio possibile, la divisione del cloruro di calce. La trasformazione dell'iposolfito in solfato ha luogo completamente anche a freddo, ma per maggior sicurezza si riscalda il palloncino a bagno maria per un breve tempo, quindi si aggiunge al liquido tanto acido idroclorico puro che basti a decomporre l'iposolfito aggiunto in eccesso. Facendo bollire il liquido per due minuti circa tutto l'acido solforoso che si è formato per la decomposizione si sviluppa, e il solfo che rendeva lattiginosa la soluzione si raccoglie in gocciole in fondo al palloncino lasciando il liquido perfettamente chiaro e trasparente. Colla filtrazione si separano facilmente queste gocciole, ed il liquido filtrato contiene cloruro di calcio, di sodio e solfato di soda, il cui acido solforico si determina al modo ordinario. Ogni due equivalenti di cloro si produce un equivalente di acido solforico o di solfato di barite, per cui 116. 5 p. di questo solfato corrispondono a 71, 5 p. di cloro.

Una buona qualità di cloruro commerciale deve perciò fornire almeno la metà del suo peso. di solfato di barite, corrispondente a 30 per $^{0}/_{0}$ di cloro.

Siccome l'iposolfito di soda è un prodotto che si trova facilmente in commercio scevro da solfati, e decomponendosi in contatto dell'acido idroclorico non fornisce nemmeno una traccia di acido solforico, questo metodo offre una grande semplicità, ed una esattezza nei risultati, che difficilmente può essere raggiunta con altro mezzo.

DESCRIZIONE DI UN NUOVO APPARECCHIO DI RICERCHE, FONDATO SULLE INTERFERENZE; DI J. JAMIN.

(*Comp. rend. de l'Academie des sciences*, XLII, 482)

L'istrumento che passo a descrivere è una applicazione del fenomeno degli anelli sviluppati per la riflessione della luce sulle grosse lamine. Prendo una lamina di cristallo a faccie parallele che deve essere purissima e perfettamente lavorata; la taglio in due parti, ne fisso verticalmente una sopra un sostegno solido, e ricevo su questa la luce di una lampada o del cielo. Ciascuno dei raggi incidenti si risolve per riflessioni e rifrazioni successive in una infinità di altri, e dà particolarmente origine a dei raggi riflessi, l'uno alla superficie anteriore del cristallo, l'altro alla posteriore: il terzo che ha subito tre riflessioni interiori, il quarto che ne ha provate cinque ecc. ecc. Ma come le intensità diminuiscono rapidamente quando le riflessioni si moltiplicano, si possono esaminare soltanto i due primi di quei raggi, l'effetto dei quali dissimula tutti gli altri. L'allontanamento di questi due raggi giunge ad un massimo per un'incidenza conveniente, egli è proporzionale allo spessore del cristallo, e potrà in conseguenza essere tanto grande o tanto piccolo quanto si vorrà.

Questi due raggi si propagano parallelamente nell'aria fino ad una distanza che si può aumentare o diminuire a volontà; essi sono in fine ricevuti sul secondo frammento della lamina di cristallo che si dirige parallelamente al primo; ciascuno di essi vi si riflette alla prima ed alla seconda superficie, ed il fascio primitivo si trova allora diviso in quattro raggi paralleli. In questa azione due di questi si sono evidentemente soprapposti, e sono: 1° il raggio riflesso alla superficie anteriore della prima lastra ed alla superficie posteriore della seconda; 2° il raggio riflesso dalle faccie posteriore ed anteriore della seconda. E non solamente essi si soprappongono in direzione, ma sono uguali in intensità ed hanno percorso tutti i medesimi spessori di aria e di vetro; essi sono concordanti.

Quando le due lastre, in luogo di essere perfettamente parallele, s'inclinano fra loro di una quantità crescente, i due raggi interfe-

renti cessano di soprapporsi esattamente; essi subiscono delle differenze di cammino sempre crescenti, e se si riceve nell'occhio lo insieme dei raggi riflessi, si distinguono delle frangie brillanti ed oscure. L'esperienza e la teoria si accordano per mostrare che queste frangie possono essere orizzontali, o verticali, o inclinate; che sono delicate e strette le une contro le altre quando le lastre sono inclinate, e che invece si allargano e si separano per degenerare in tinte sbiadite, a misura che li specchi si avvicinano al perfetto parallelismo.

Ecco dunque un fenomeno d'interferenze determinato dalle riflessioni su due cristalli paralleli. Il primo divide un fascio incidente in due, che sono tanto più allontanati quanto più è grosso il cristallo e che procedono parallelamente. Un secondo cristallo li riunisce, produce delle frangie che si ingrandiscono o si serrano a volontà; esse sono assolutamente fisse, ciò che fa d'uopo attribuire alla perfetta solidarietà delle due superficie di ciascun cristallo; esse sono vivacissime. Questo apparecchio intanto non esige, nè fenditura stretta e bene orientata, nè specchi inclinati ben regolati, nè microscopio per osservar le frangie, nè alcuna delle minuziose precauzioni che ordinariamente esigono le esperienze d'interferenza. Volendo frattanto fare delle applicazioni, si dirigerà sulla prima lastra un fascio convenientemente diaframmato. I due raggi riflessi saranno ricevuti in tubi paralleli, lunghi o corti, secondo il caso, e quando si farà variare la natura o lo stato fisico dei mezzi chiusi in questi tubi, quelle frangie si sposteranno; la loro grande larghezza e la loro fissità permetteranno di apprezzare, e, se occorre, di misurare le velocità dei due raggi. Questo apparecchio potrà dunque rimpiazzare il refrattometro differenziale di Arago con dei grandi vantaggi di comodità, di fissità e di sensibilità.

Si può anche dispensarsi dal limitare il fascio luminoso; si può ricevere sul cristallo obiettivo la luce delle nuvole, e riguardare direttamente la sua immagine nella lamina oculare; si vedono allora delle frangie un po' slavate ma ancora distintissime, manifestarsi in tutta l'estensione del fascio, assolutamente come si vedono gli anelli di Newton in tutta l'estensione della doppia lente che li produce. Quando si colloca fra i due cristalli, parallelamente alla direzione dei due raggi interferenti una lamina piana qualunque tuffata in un gas o in un liquido, uno dei raggi rade il bordo della lamina, l'altro

ne è lontano; e se una modificazione fisica o chimica si produce al contatto del solido immerso, essa si rivela tosto per una deformazione delle frangie al contatto dell'ombra portata dalla lamina. Ridotto a questa semplicità, l'apparecchio accusa ogni variazione di temperatura, ogni cangiamento di densità, ogni azione chimica, prodotte nel contatto. Citerò sommariamente, alcune esperienze su questo soggetto riserbandomi di completare e sviluppare ciascuna di esse in memorie speciali:

I. Si immergono in una soluzione lamine di differente natura; l'indice di refrazione del liquido si mostra più grande a contatto del solido; l'azione da principio debole, si esagera in seguito, poi sparisce dopo alcuni minuti d'immersione. Questa prima azione, che dipende probabilmente dalla lenta dissoluzione del gas che queste lamine avevano condensato, si riproduce tutte le volte che si solleva la lamina. Quando essa ha cessato di essere sensibile, ogni effetto sparisce, se i solidi immersi non sono attaccati, ma succede un'altra variazione dell'indice suddetto determinata dall'azione chimica, se questa si produce. Si vedono così i metalli ossidabili disciogliersi nell'acqua distillata che contiene dell'aria, e restar inalterati nell'acqua privata d'aria. Come doveva attendersi, l'indice di rifrazione è qualche volta aumentato, qualche volta diminuito, e gli spostamenti delle frangie si fanno qualche volta in un senso e qualche volta in un altro opposto. Si ha così un mezzo per riconoscere le azioni chimiche lente.

II. Quando si dirige una corrente elettrica in un liquido qualunque, l'elettrolizzazione fa variare la densità a contatto dei conduttori, e lo spostamento delle frangie rende quest'azione sensibile, per quanto debole sia l'intensità delle correnti che la fanno nascere. Allora la polarizzazione degli elettrodi, il trasporto degli elementi decomposti, tutti i cangiamenti chimici divengono, per così dire, visibili, e questi effetti possono essere osservati nei loro dettagli per la variazione delle frangie.

III. Il più piccolo aumento di temperatura è accusato da una modificazione energica del fenomeno ottico. Quando per esempio si fa passare la corrente di un solo elemento di Bunsen nell'acqua distillata, non si ottengono che degli effetti chimici deboli; ma se si arma con questa batteria l'apparecchio di Ruhmkorff, e si fa passare la corrente d'induzione nello stesso liquido, si sviluppa un effetto

calorifico intensissimo. Una volta prevenuto di quest'azione, io ho potuto costatarla con un termometro ed ottenere una elevazione di 8 gradi in 20 grammi di acqua in ventiquattro minuti. Le soluzioni saline, e l'acqua resa conduttrice, non provano questa azione.

IV. Quando s'immergono in un sale di ferro le armature di una elettro-calamita energica, si vede aumentare la ricchezza della soluzione a contatto dei poli, il sale di ferro è attratto, l'acqua è respinta, e come questa azione è progressiva ed aumenta col tempo, essa giunge sempre ad essere visibile, anche con delle soluzioni deboli e delle calamite poco energiche. Una volta concentrata ai poli la soluzione si cristallizza.

V. Se si pone in una soluzione cristallina satura un cristallo di già formato del medesimo sale, si sa che esso continua ad accrescersi per la successiva addizione di nuovi strati; e in questo caso si vede nettissimamente l'indice della soluzione aumentare andando dal seno del liquido verso la superficie cristallina, come se le molecole del sale vi fossero attirate da una forza particolare. Ma ad una piccolissima distanza dal cristallo, si riscontra un effetto inverso, cioè si vede che l'indice della soluzione decresce rapidamente fino al contatto, sia che ciò avvenga perchè la concentrazione s'indebolisca in tutta l'estensione del sottile strato che bagna la superficie del cristallo, sia perchè il calore sviluppato al momento della cristallizzazione, produca una tale diminuzione. Farà d'uopo vedere se questo effetto non è variabile in intensità, secondo la direzione della superficie per rapporto agli assi cristallografici.

SULLA TRASFORMAZIONE DI ALCUNI ACIDI NELLE ALDEIDI CORRISPONDENTI.

R. PIRIA.

Circa venti anni fa Mitscherlich fece l'importante scoperta che l'acido benzoico riscaldato in contatto della calce in eccesso, si scinde nettamente in acido carbonico che resta unito alla calce, ed in benzene che distilla. D'altra parte l'acido carbonico ed il benzene racchiudono esattamente gli elementi dell'acido benzoico. Mitscherlich cercò inoltre di render probabile che in tale esperienza l'acido

carbonico ed il benzene non hanno origine da un'azione distruttiva operata dal calore, ma preesistono nell'acido benzoico, sicchè la calce non fa altro che separarli; difatti tale decomposizione ha luogo con grande regolarità, i prodotti sono scevri di sostanze accessorie, e se ne ottengono delle quantità così grandi, che differiscono pochissimo da quelle indicate dalla teoria.

Per dimostrare l'esattezza di tale ipotesi conveniva per altro poter combinare l'acido carbonico col benzene, ed ottenere l'acido benzoico per via sintetica; ma al tempo in cui Mitscherlich pubblicò il suo lavoro, una tale esperienza non era menomamente tentabile, ed anche oggigiorno offrirebbe pochissima probabilità di riuscita. Dall' una parte la grande stabilità che il benzene ha di comune cogli altri carburi d'idrogeno, dall'altra la debole affinità dell'acido carbonico sono condizioni sfavorevolissime perchè questi due corpi possano reagire chimicamente l'uno sull'altro. Mistcherlich non potendo addurre una pruova diretta in favore della sua teorica, cercò nondimeno di avvalorarla coll'analogia, dimostrando che il benzene può combinarsi, o piuttosto, come si direbbe nel linguaggio attuale, accoppiarsi con altri acidi, come p. e. coll' acido nitrico e coll'acido solforico. Col primo difatti ottenne la nitrobenzide, col secondo l'acido solfobenzenico, e la solfobenzide.

Paragonando la composizione dell'acido solfobenzenico con quella dell'acido benzoico, e la composizione della solfobenzide con quella del benzone, si scorge una relazione importante, la quale emerge distintamente dal confronto delle formule rispettive di tali composti:

$S^2O^5(C^{12}H^5)+HO$	Ac. solfobenzenico	$C^2O^3(C^{12}H^5)+HO$	Ac. benzoico
$S^2O^4(C^{12}H^5)^2$	Solfobenzide	$C^2O^2(C^{12}H^5)^2$	Benzone.

Questa relazione si può enunciare dicendo, che allorquando si fa agire l'acido solforico sul benzene $= C^{12}H^6$, una o due molecole di quest' ultimo, reagendo sopra una molecola di acido solforico $= S^2O^6$, perdono ciascuna un equivalente d'idrogeno, il quale combinato all'ossigeno dell'acido forma acqua, mentre il residuo $C^{12}H^5$ (*fenile* di Gerhardt) va a prendere il posto dell'ossigeno eliminato. Se ora si ammette che una reazione del tutto

analoga alla precedente possa stabilirsi tra il benzene e l'acido carbonico C^2O^6, o in altri termini, che quest' ultimo possa far le veci dell'acido solforico rispetto al benzene, i prodotti corrispondenti all'acido solfobenzenico ed alla solfobenzide sarebbero precisamente l'acido benzoico ed il benzone. Questo ravvicinamento presta un valido appoggio alla teorica di Mitscherlich, e tutta la parte ipotetica del ragionamento si riduce ad ammettere che l'acido carbonico possa formare delle combinazioni analoghe a quelle dell'acido solforico. D'altra parte non deve sorprendere che non siasi ancora riuscito ad ottenere le prime, quando si riflette che gli accoppiamenti artificiali si producono ordinariamente cogli acidi dotati di affinità molto energiche, e che quando invece trattasi di accoppiare acidi debolissimi, quale p. e. l'acido carbonico, il chimico non arrivi ad imitare le operazioni della natura.

Se si ammette la teorica di Mitscherlich per l'acido benzoico ed il benzone, sarà facile rannodare allo stesso principio quella degli altri composti benzoici, come l'idruro di benzoile ed i suoi derivati per sostituzione, la benzamide ecc. Avremo difatti:

$C^2O^2(C^{12}H^5)(H)$ — Idruro di benzoile
$C^2O^2(C^{12}H^5)(NH^2)$ — Benzamide.

L'essenza sarebbe nel senso di questa teorica un composto, nel quale due molecole di ossigeno appartenenti all'acido carbonico sono state sostituite, una da $C^{12}H^5$ residuo di $C^{12}H^6$, l'altra da H residuo di H^2. Nella benzamide il posto delle due molecole di ossigeno sarebbe occupato dai residui $C^{12}H^5$ e NH^2.

Ora si conoscono moltissime altre serie in cui si notano fra i diversi termini gli stessi rapporti di composizione che fra i termini della serie benzoica, e che per conseguenza si possono formulare secondo lo stesso principio. Così prendendo per punto di partenza i diversi idrocarburi omologhi dell'acetene C^2H^4, il cui primo termine sarebbe H^2, ed ammettendo che ciascuno di essi faccia nella serie a cui appartiene lo stesso ufficio che fa il benzene nella serie benzoica, la costituzione atomica de' corpi inscritti in ciascuna serie sarà rappresentata dalle seguenti formule razionali:

$C^{12}H^6$ Benzene	H^2 Idrogeno	C^2H^4 Acetene
$C^2O^3(C^{12}H^5)+HO$ Acido benzoico	$C^2O^3(H)+HO$ Acido formico	$C^2O^3(C^2H^3)+HO$ Ac. acetico
$C^2O^2(C^{12}H^5)(C^{12}H^5)$ Benzone	$C^2O^2(H)(H)$	$C^2O^2(C^2H^3)(C^2H^3)$ Acetone
$C^2O^2(C^{12}H^5)(H)$ Idruro di benzoile	$C^2O^2(H)(H)$	$C^2O^2(C^2H^3)(H)$ Aldeide
$C^2O^2(C^{12}H^5)(NH^2)$ Benzamide	$C^2O^2(H)(NH^2)$	$C^2O^2(C^2H^3)(NH^2)$ ecc. ecc. Acetamide

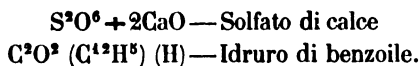
Se ora si considera che oltre agli esempi citati se ne potrebbero addurre infiniti altri a cui è applicabile lo stesso principio, come la serie cuminica, cinnamica, salicilica, anisica, e tutte quelle degli acidi numerosissimi che si riferiscono alla formula generale $C^n H^n O^4$, l'importanza della teorica di Mitscherlich crescerà naturalmente in ragione del numero de' casi a cui è applicabile, perchè laddove si riuscisse a formare artificialmente un solo di tali composti, ed a dimostrare la sua vera costituzione atomica, si potrebbe ritenere come dimostrata quella di tutti gli altri.

Circa un anno e mezzo fa, colla speranza di raggiungere uno scopo di così alta importanza, feci alcuni tentativi per ottenere sinteticamente l'essenza di mandorle amare. Questa sostanza, secondo le idee precedentemente ammesse, si può riguardare tanto come l'accoppiamento dell'acido carbonico col benzene e coll'idrogeno nel tempo stesso, quanto come l'accoppiamento dell'acido formico col benzene, nella stessa guisa che si potrebbe considerare il sale di Seignette, o come una combinazione di acido tartarico colla soda e colla potassa, o come una combinazione di cremor di tartaro colla soda soltanto. D'altra parte siccome i sali degli acidi vinici distillati cogli acetati, coi formiati, coi benzoati ecc. si convertono negli eteri degli acidi rispettivi, mi parve probabile che distillando in un modo analogo un miscuglio di solfobenzenato e di formiato di calce, dovesse formarsi dall'una parte un solfato, dall'altra dell'idruro di benzoile. Per maggior chiarezza rappresenterò i due sali colle formule:

$S^2O^5(C^{12}H^5)+CaO$ — Solfobenzenato di calce

$C^2O^2(O)(H)+CaO$ — Formiato di calce.

È chiaro che se il termine O della seconda formula va a prendere il posto del termine $C^{12}H^{5}$ della prima, e viceversa, si dovrà rigenerare dall' una parte acido solforico, che troverà ne' due sali la quantità di base necessaria per saturarsi, e che dall'altra si formerà idruro di benzoile:

$$S^{2}O^{6} + 2CaO \text{ — Solfato di calce}$$
$$C^{2}O^{2} (C^{12}H^{5}) (H) \text{ — Idruro di benzoile.}$$

Questa esperienza non diede risultati soddisfacenti, perchè i due sali adoperati non permettono di realizzare in pratica le condizioni richieste dalla teoria. Difatti il solfobenzenato è talmente stabile, che alla temperatura in cui comincia a decomporsi tutto il formiato trovasi distrutto.

Fallito questo tentativo, cercai almeno, se era possibile, di stabilire una doppia decomposizione tra l' acido benzoico e l' acido formico, distillando un miscuglio di benzoato e di formiato di calce. Nel fare una tale esperienza bisogna aver cura di ben mescolare i due sali prima di esporli all'azione del calore, e di distillare a fuoco vivo delle piccole quantità di miscuglio alla volta. Come prodotto della distillazione si ottiene un olio bruno che possiede un odore distinto di mandorle amare. Agitando vivamente tale prodotto con una soluzione concentrata di bisolfito di soda, si forma una poltiglia cristallina imbrattata da una sostanza oleosa di color rosso bruno, dalla quale spogliata per mezzo dell' alcole, costituisce il composto cristallizzato di bisolfito ed essenza scoperto da Bertagnini. Decomponendo questi cristalli con una soluzione concentrata e calda di carbonato di soda, si ottiene allo stato libero dell' essenza di mandorle amare, che presenta tutti i caratteri dell'essenza naturale.

Avendo inoltre distillato un miscuglio di formiato e di cinnamato di calce colle stesse precauzioni che ho indicate nel descrivere la esperienza precedente, ho avuto per prodotto un liquido, dal quale col solito mezzo dei bisolfiti ho potuto estrarre dell'idruro di cinnamile allo stato puro.

Finalmente l'anisato di calce trattato in un modo analogo, mi ha dato l'idruro d'anisile. Un fatto strano a prima vista è che il salicilato acido di calce $C^{14}H^{5}CaO^{6}$ nelle stesse condizioni dà per prodotto un liquido oleoso, nel quale non si può scoprire il più debole

indizio che accenni all' esistenza dell' idruro di salicile. Questo risultato negativo non deve per altro sorprendere per poco che si rifletta, che l'idruro di salicile essendo un acido, reagisce sul carbonato di calce prodotto nella stessa reazione, e che per conseguenza il sale che ne risulta soggiace ad una reazione secondaria, e rimane del tutto decomposto per l'azione ulteriore del riscaldamento.

L'esperienze precedentemente descritte dimostrano adunque chiaramente che gli acidi benzoico, cinnamico, anisico distillati allo stato di sali di calce in contatto del formiato della stessa base, si convertono nelle corrispondenti aldeidi.

Senza pretendere che la costituzione molecolare de' composti benzoici, cinnamici ed anisici precedentemente ammessa sia indubitatamente dimostrata dai fatti consegnati in questo lavoro, credo ciò non ostante che se ne possa trarre un nuovo argomento in favore di essa.

La metamorfosi degli acidi nelle rispettive aldeidi è anche interessante per altri riguardi: dall' una parte essa ci somministra un metodo facile e sicuro per preparare un gran numero di nuovi prodotti non ancora ottenuti, e dall'altra dà la possibilità in molti casi di rimontare dall'acido fino all'alcole corrispondente, scopo al quale i chimici avevano sempre mirato, ma che finora non avevano raggiunto. Difatti, siccome alcune di queste aldeidi trattate con una soluzione alcolica di potassa, si convertono in alcoli, fatto che condusse Cannizzaro alla scoperta dell' alcole benzoico, è chiaro che distillando il sale di calce di un dato acido col formiato della stessa base, si otterrà l'aldeide, e che quest' ultimo alla sua volta trattato colla potassa potrà convertirsi in alcole.

I risultati di cui ho fatto menzione, sebbene non prima d'ora pubblicati, erano stati ottenuti da più di 18 mesi addietro. Prima di pubblicarli mi proponevo di svolgerne le conseguenze, che era facile prevedere, e di estendere le ricerche agli acidi della formula generale $C^nH^nO^4$, e segnatamente all'acido acetico, che con un trattamento analogo speravo di poter convertire nell' aldeide acetica ordinaria. Sulle prime ragioni di salute, in seguito l' esser passato dall' Università di Pisa in quella di Torino, mi hanno impedito di proseguire il mio lavoro. Intanto nel fascicolo di marzo degli *Annales der Chemie und Pharmacie* recentemente pervenutomi, trovo un lavoro di Limpricht inserito a pag. 368, nel quale questo chimico

annunzia di aver ottenuto le aldeidi acetica, metacetica, valerica, enantilica e caprilica, distillando i rispettivi acetati, metacetati, valerati, enantilati di calce col formiato della stessa base, cioè esattamente col metodo da me impiegato. Io non intendo produrre alcun reclamo di anteriorità in ciò che riguarda l' applicazione del mio metodo ai casi speciali esaminati dal chimico alemanno: a lui appartiene senza dubbio il merito di aver trasformato gli acidi acetico, metacetico, valerico, enantilico e caprilico nelle aldeidi corrispondenti; ma vi ha in ciò qualche cosa che credo di maggiore importanza, e sulla quale ho diritti incontestabili, cioè *la scoperta di un metodo generale per trasformare gli acidi nelle loro aldeidi, e l'essere per il primo riuscito ad operare la conversione dell'acido benzoico in idruro di benzoile, l'acido cinnamico in idruro di cinnamile, l'acido anisico in idruro d'anisile.*

In conferma di quanto asserisco, posso addurre che i risultati del mio lavoro erano già noti ai più distinti chimici di Europa molto prima che il sig. Limpricht facesse conoscere i suoi. Nel mese di maggio 1855 comunicai per lettera tali risultati a Malaguti. Nell'agosto dello stesso anno 1855 scrissi una lunga lettera a Liebig sullo stesso argomento. Oltre a ciò trovandomi a Parigi nel mese di settembre del passato anno, ragionai a lungo delle mie esperienze con Dumas, con Malaguti, con Gerhardt, con Cahours, con Leblanc, con Deville, con De Luca, con Berthelot, e con altri ancora. La precisione delle date, e l' autorità de' nomi che invoco in appoggio di quanto asserisco dovrebbero bastare per persuadere a chicchessia, e spero allo stesso Limpricht, che molto tempo prima che egli intraprendesse il suo lavoro, io dal mio canto avevo impiegato lo stesso metodo, ed avevo ottenuto analoghi risultati (1).

(1) Nel fascicolo venturo pubblicheremo il lavoro di Limpricht.

SULLE AZIONI SCAMBIEVOLI DEI MUSCOLI E DELL'ATMOSFERA CHE LI CIRCONDA; G. VALENTIN.

(*Archiv. für phys. Keilkunde. t.* XIV, *p.* 431).

Non ostante che le ricerche del prof. Valentin siano state pubblicate da qualche tempo, siccome esse sono poco conosciute fra noi, e riguardano un soggetto nuovo e molto importante, crediamo utile di riferire le conclusioni generali che egli ha dedotte da una lunga serie di esperienze.

L'A. partendo dall'idea che il muscolo che è tuttora capace di contrarsi abbia proprietà diverse, e quindi agisca sull'aria che lo circonda diversamente da quello che faccia il muscolo che ha interamente perduto ogni proprietà vitale, ha sottomesso all'analisi eudiometrica l'aria, nella quale lasciava per un certo tempo dei muscoli presi nelle condizioni più diverse. Esso ha ricorso all'analisi dell'aria per avere un indizio indiretto delle variazioni a cui va soggetta la materia del muscolo, non essendo possibile nello stato attuale della chimica organica, di trarre qualche utile deduzione dall'analisi della materia muscolare stessa. Le esperienze sono state eseguite sovra muscoli di ranocchie ben vivaci che venivano rinchiusi in campanine di vetro piene d'aria. Venivano poi esaminate giorno per giorno le variazioni che avevano luogo nel volume dell'aria, e nella sua composizione, e messi in confronto questi dati con la contrattilità del muscolo per l'azione della elettricità.

Ecco le deduzioni che l'A. trae dalle sue esperienze:

1° Non solo i muscoli, ma anche gli altri tessuti delle estremità inferiori della ranocchia, agiscono sull'atmosfera che li circonda, assorbendo ossigeno e sviluppando acido carbonico.

2° Questo modo di azione si manifesta anche dopo la morte, e continua per lungo tempo dopo che ogni proprietà vitale è scomparsa dal muscolo. L'esperienza non conferma perciò l'asserzione emessa da altri osservatori, che soltanto il muscolo vivente respiri.

3° Un muscolo di rana ricoperto della sua pelle conserva la sua sensibilità in uno spazio d'aria limitato saturo di vapor d'acqua, molto più lungamente di quello che faccia un muscolo esposto alla

azione immediata dell'atmosfera. Diversa è pure l'azione che i due muscoli esercitano sui gas che li circondano.

4° Un muscolo tuttora eccitabile agisce sull'atmosfera nella quale è immerso in un modo diverso da quello che faccia un muscolo completamente morto. Se si continua l'osservazione a mano a mano che il muscolo va alterandosi e decomponendosi, si veggono crescere le differenze di cui in breve terremo parola. Se il muscolo viene ucciso rapidamente con mezzi artificiali come battendolo fortemente, ovvero sottoponendolo all'azione di una bassa o di un' alta temperatura, le differenze caratteristiche si mostrano subito dopo che ha cessato l'eccitabilità. In altri termini il muscolo contrattile ha costituzione diversa da quella del muscolo morto, ed agisce perciò in modo diverso sui gas che lo circondano. Questi vengono poi alterati in modo differente secondochè il muscolo è stato sottoposto alla azione del freddo o del calore. Si vede da ciò che le ricerche eudiometriche dei gas sui quali le ranocchie preparate hanno agito, conducono a scoprire nella materia dei muscoli delle differenze, che l'elettricità non sarebbe stata capace di svelarci.

5° Un dato volume d' aria sul quale agisca un'intera rana preparata, od anche un solo muscolo di essa, diminuisce notevolmente fino a tanto che si mantiene l'eccitabilità. Appena questa ha cessato, il volume gassoso non diminuisce più, e può anche aumentare.

6° Queste oscillazioni dipendono essenzialmente dalla produzione dell'acido carbonico, dall'assorbimento dell'ossigeno, e dalle alterazioni del volume dell'azoto. Solo negli stadi di progredita putrefazione compariscono ossido di carbonio, idrogeno carbonato, idrogeno solforato ed ammoniaca, ma sempre in piccola quantità.

7° Il muscolo capace di contrazione non altera la quantità d'azoto dell'aria che lo circonda. Almeno le variazioni di volume di questo gas rimangono nei limiti degli errori possibili nell' osservazione. Se la sensibilità del muscolo ha cessato in seguito della decomposizione spontanea che ha luogo in esso dopo la morte, il volume dell' azoto aumenta. Questa circostanza è un indizio notevole delle alterazioni, che accompagnano nel muscolo la perdita della eccitabilità.

8° Il modo di condursi del muscolo vivente riguardo all' azoto, richiama un modo analogo d'agire del sangue nell'atto della respirazione, ma il confronto non può stabilirsi che in un modo generale

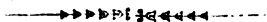
riguardo all'assorbimento dell' ossigeno ed allo sviluppo dell' acido carbonico.

Tanto il muscolo vivente, che il muscolo morto consumano molto più ossigeno, in rapporto all' acido carbonico sviluppato, di quello che faccia il sangue arterioso nella sua attività respiratoria.

Rimane per ora indeterminata la quantità di acido carbonico che viene assorbita dal muscolo sottoposto all' esperienza.

9° Quando il muscolo ha perduto la sua eccitabilità, esso fornisce più acido carbonico che nello stato di sensibilità. Aumenta pure la quantità d'ossigeno assorbito, ma per lo più in un rapporto relativamente più piccolo.

10° Se il muscolo o la rana si uccidono battendoli ripetutamente, o col raffreddamento, si svelano i segni caratteristici della cessazione della eccitabilità, come quando la sensibilità è scomparsa da sè stessa dopo la morte. Cessa quasi subito la diminuzione, ed anche ha luogo un aumento nel volume dell'aria sottoposto all'esperienza: si sviluppa dell'azoto, si produce maggior quantità di acido carbonico, aumenta la quantità assoluta dell'ossigeno consumato, mentre diminuisce la sua proporzione relativa. A questo modo si possono osservare sui muscoli, che poco tempo innanzi sono stati staccati dal corpo vivente, quei fenomeni stessi che colla morte naturale si manifestano solo dopo alcune ore, o anche dopo qualche giorno.

11° Uccidendo il muscolo per mezzo del riscaldamento, si hanno egualmente i segni chimici caratteristici della morte di cui sopra si è tenuto parola. In questo caso però i valori ottenuti nelle singole esperienze sono più discordanti fra loro di quelli che si ottengono, quando la morte è procurata coi mezzi indicati nel paragrafo precedente.

SULLA MANCANZA DELL' ACIDO IPPURICO NELL'URINA DEL CAVALLO;

ROUSSIN

(*Comptes rendus*. XLII. 583)

Dai confronti delle analisi dell'urina del cavallo fatte da diversi chimici, e specialmente dai signori Bibra e Boussingault, si osserva una notevole differenza nelle proporzioni dell'acido ippurico,

tale da non poterla ragionevolmente attribuire ad errori di calcolo. Boussingault ammette in media 4gr, 7 d'ippurato di potassa, e Bibra 12gr, 6 d'acido ippurico per chilogrammo d'urina. L'Autore ha instituito alcune esperienze affine d'indagare la causa di tali differenze, e ne espone i risultati nel seguente quadro, in cui l'urea trovasi calcolata sotto forma di azotato secco.

Numeri delle esperienze		Ac. ippurico per 1 litro	Azotato d'urea per 1 litro
		gram.	
1	Cavalli d'omnibus . . .	7,8	Non determ.
2	Cavalli di spahis lavoranti .	10,0	18gr.
3	Stalloni arabi in riposo . .	0,0	32
4	Stalloni arabi in riposo . .	0,0	35
5	Stalloni arabi in riposo . .	0,0	33
6	Stalloni arabi in riposo . .	0,0	34
7	Cavalli di spahis lavoranti .	5,0	21
8	Cavallo arabo affaticato da lunga corsa	13,0	12
9	Cavallo arabo affaticato da lunghissima corsa. . .	14,0	15

Come chiaro apparisce dalle cifre riportate in questo quadro, l'urina dei cavalli più affaticati contiene molto acido ippurico e poca urea; al contrario quella dei cavalli ben nutriti ed in riposo è carica d'urea e povera di acido ippurico. La limpidità dell'urina può servire di criterio per riconoscere a prima giunta quale delle due sostanze preponderi. Se il liquido è chiaro e lascia deporre poco carbonato calcare, è indizio che vi abbonda l'urea, e che l'acido ippurico vi esiste in piccola quantità; se invece l'urina è torbida e sedimentosa, si può essere certi che in essa abbonda l'acido ippurico, e che l'urea vi è in proporzioni assai minori.

SOPRA ALCUNI FENOMENI DI LUCE OSSERVATI COLLA PILA

(*Lettera del* P. A. SECCHI *al Direttore della Corrispondenza Scientifica di Roma — Anno IV, N.* 30).

In questi giorni, avendo avuto l'occasione di fare alcune esperienze con una forte pila di Bunsen, ho osservato alcuni fatti che credo nuovi, almeno in parte, ed importanti, e che perciò prego V. S. ad inserire nella sua *Corrispondenza Scientifica*. Gli elementi di cui mi sono servito sono stati finora 30 solamente, ma di grande dimensione. Il primo fatto è questo: Immergendo un reoforo (quello attaccato al carbone) nel mercurio contenuto nel fondo di un vaso sopra del quale vi erano circa due dita di acqua acidulata, e tenendo l'altro reoforo (l'attaccato allo zinco) immerso per 5 o 6 millimetri nell'acqua acidulata stessa, osservai che questo filo diventava tutto luminoso: continuando l'immersione per molto tempo l'acqua si scaldava notabilmente, la decomposizione era scarsissima e non si aveano bolle, ma un fremito continuo: i reofori erano di rame amalgamato, l'acqua essendosi aumentata di volume pel riscaldamento l'immersione poteva arrivare a 30 e 40 millimetri. Colpito dal fatto ho variato l'esperienza: in 5 minuti di tempo poco più, circa 6 oncie d'acqua contenute nel vaso sopra il mercurio arrivarono da 10° alla temperatura di 70° Reaumur, ma non erano in ebullizione apparente che quando immergendo più il reoforo, i gas della decomposizione si sviluppavano in quantità grandissima, che arrivava a circa 10 poll. cubi per minuto. La temperatura allora si abbassava di non poco. Credendo che il mercurio potesse influirvi, fu levato e usata solo acqua acidulata di 1/12 in peso d'acido solforico, e con un pezzo di rame nel fondo del vaso; ma il risultato fu lo stesso e solo un poco minore. Questo io osservava di sera, e nell'oscurità il fenomeno era bellissimo. Il giorno appresso ripetei l'esperienza con qualche variazione. Ai fili di rame sostituii fili di platino, e vidi doversi distinguere tre sorta di fenomeni.

1° Immergendo pochissimo due punte di filo ordinario di platino nell'acqua acida, cioè da 2 in 3 millimetri, ambedue divengono

luminose; ma quella attaccata allo zinco lo è più, e può immergersi assai più dell'altra senza che cessi il fenomeno: l'altra solo può immergersi pochissimo, venendo immersa di più la luce presto svanisce. In questo stato di minima immersione si vede uno scintillamento nell'acqua assai vivo accompagnato da piccole scosse alla mano di chi tiene i reofori, se questi non sono isolati: le scintille sono comunemente di color rosso.

2° Immergendo di più i fili, e specialmente il polo zinco, cessa lo scintillamento discontinuo, e succede un continuo stridore quale precisamente si ha nell' immergere un filo caldo nell'acqua: durante questo stridore l'acqua è luminosa intorno al filo per un gran numero di piccole gallozzolette di gas che lo circondano e lo rivestono, e l'acqua superiormente conformasi ad imbuto attorno di esso, come nelle esperienze di Boutigny: onde pare che il gas passi tra l'acqua ed il metallo senza contatto vero dell'uno coll'altro. La luce di giorno è rossina e potrebbe far credere il platino rovente; ma nell'oscurità si scorge che il solo gas è illuminato.

3° Immergendo i fili anche di più, la luce sparisce e ha luogo una copiosa effervescenza di gas che si sviluppa secondo la forza della pila. Una bussola delle tangenti, inserita nel circuito, mostrava la diversa forza della corrente in questi tre stati: minima nel primo, maggiore nel secondo, massima nel terzo.

Lasciando ai fisici una più accurata disamina di questi fenomeni, per me vi scorgo qualche fatto interessante relativamente alla scarica *disruptiva* attraverso conduttori imperfetti, che è dovuta alla forte tensione della nostra pila, la quale è tanta che, quantunque i conduttori siano solo imperfettamente isolati, pure ai reofori si ha continua tensione tenendoli in mano, stando coi piedi sopra una tavola di legno soltanto e toccando un elettrometro. Il fatto della luce parmi analogo all'osservato già anni sono dal P. Maas a Namur, cioè quello del filo da lui creduto arroventato all'atto dell'immersione. Sperimentando di giorno, l'illusione sarebbe facile.

Il forte riscaldamento, che si ottiene così nell'acqua, parmi che potrà somministrare un mezzo opportuno per determinare l'equivalente dell'elettrico e del calorico, senza temere grandi perturbazioni dall'azione chimica, che qui è scarsa assai.

Ma veniamo ad un altro fatto non meno importante. Avendo l'anno scorso col mio collega P. Ciampi fatte alcune esperienze

sulla radiazione *epipolica*, tanto nella luce solare che nell'elettrica, volli ripetere in quest'occasione l'esperienza colla luce della pila: ottenuti quindi con i soliti mezzi di proiezione un bello spettro luminoso dai carboni, lo ricevetti sopra di un foglio di carta imbevuto di solfato di chinina in gran copia. I raggi chimici o epipolici divennero subito visibili e copiosissimi *più che nello spettro solare*. Essi sono distribuiti in tre belle zone distinte, oltre il violetto: le due prime sono assai vive e larghe, ciascuna quanto il violetto stesso; l'altra più debole e visibile solo quando la luce è più vivace. Le liste sono tutte e tre separate da un intervallo più oscuro; la prima dopo il violetto è di tinta più tendente al ceruleo, la seconda di un quasi verdino chiaro, la terza cenerina: esse si estendono oltre al violetto, quanto questo dall'altra parte dista dal verde-giallo. È impossibile di dir altro nella descrizione dei colori nuovi come questi. Le liste erano vivissime quando si avea la luce non dei semplici carboni roventi, ma del nastro lucido che si scagliava tra essi. È impossibile descrivere l'effetto che produce questa vista dell'*oscurità così divenuta visibile*, per servirmi delle frasi di Stokes, ed una luce che supera certo quella che sviluppano i raggi solari, e che mi pare anche un poco di diverso tono; il certo è che le divisioni dello spettro analoghe alle linee fraunhoferiane sono diverse da quelle dello spettro solare. Nelle brevi e vivaci scintille tale spettro acquistava talora una mirabile vivacità, e si estendeva oltre al violetto quanto questo limite estremo dista dal ranciato.

Fu osservato che quelle carte bianche, le quali fanno vedere un vestigio di questi raggi nella luce solare, facevano qualche effetto anche in questa. Riescono comodissime queste ricerche sostituendo alla carta imbevuta di solfato di chinina un piccolo apparato d'invenzione del P. Ciampi, e che consiste in una cassettina di cristallo alta un decimetro, lunga due, e larga all'interno 5 millimetri e da lui nomato *afenoscopio*, che si riempie di soluzione di solfato di chinina coll'acido solforico. Allora, guardando dentro il liquido verticalmente, si vede la *profondità* a cui penetrano i raggi che arrivano al massimo fuori del violetto. Queste ultime ricerche confermano quanto fu già da noi veduto nel prossimo passato agosto in occasione di simili esperimenti.

Dall'Osservatorio del Collegio romano, li 23 febbraio, 1856.

RICERCHE SULLA PIROSSILINA; DI A. BECHAMP.

(*Annales de Chimie et de Phisique.* XLVI. 338).

ESTRATTO

In altra memoria (1) l'A. si è occupato dell'esame dei prodotti che si ottengono trattando la pirossilina, cogli alcoli e cogli agenti riduttori; e concluse dietro quell'esame che, partendo dalla pirossilina $C^{24}H^{15}O^{15}(NO^5)^5,2HO$, si potevano ottenere altri prodotti meno nitrati, e finalmente rimontare fino alla cellulosa $C^{24}H^{20}O^{20}$. Ora in questa nuova memoria espone più particolarmente i caratteri di questi prodotti, e parlando del modo con cui vi agiscono i corpi riduttori, fa vedere che allora quando l'acido nitrico si converte in ammoniaca, questa non rimane combinata colla cellulosa, ma sempre si elimina. Egli distingue perciò due gruppi nei derivati nitrici, in uno di essi pone la nitrobenzina e tutti i composti analoghi, nei quali NO^4 tiene il posto di H; nell'altro pone la pirossilina e tutti i prodotti nitrici che si comportano come quella, ed in cui egli dice, NO^5 tiene il posto di HO; ed il carattere distintivo di essi due gruppi lo ritrova, per il primo nel convertirsi del NO^4 in ammoniaca che rimane combinata; per l'altro nella riproduzione dei corpi primitivi, ovvero nella eliminazione dell'acido nitrico sotto forma di ammoniaca.

Fa inoltre osservare che la pirossilina differisce dalla siloidina di Braconnot, perchè quest' ultima non si discioglie nell' etere, nell' alcole, nè in un miscuglio di alcole e di etere; ma è solubile invece nell'acido nitrico debole e nell'acido acetico. Scaldata in un tubo col bagno ad olio non si fonde che verso 180° o 190°, lasciando molto residuo carbonoso. La pirossilina invece, preparata come la siloidina, si discioglie nell'etere, non si discioglie nell'acido nitrico debole, nè nell'acido acetico, nemmeno col riscaldamento; riscaldata in un tubo, si fonde ed esplode diggià a 100°, o 140°, sviluppando prima di esplodere dei vapori acidi mescolati a vapori rutilanti, ciò che non fa la siloidina.

(1) Nuovo Cimento, *t.* II, *p.* 562.

I prodotti meno nitrati che l'A. ha ottenuto dalla pirossilina sono, come già fu indicato nell'altra memoria,

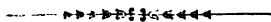
La cellulosa tetranitrica	$C^{24}H^{16}O^{16}(NO^{5})^{4},HO$;
La cellulosa trinitrica .	$C^{24}H^{17}O^{17}(NO^{5})^{3}$;
La cellulosa	$C^{24}H^{20}O^{20}$.

Cellulosa tetranitrica. Questa sostanza si ottiene facendo agire il gas ammoniaco sopra la soluzione etereo-alcolica della pirossilina. Essa è insolubile nell'alcole e nell'etere; ma facilmente solubile in un liquido etereo-alcolico. Da questa soluzione l'acqua la precipita in fiocchi voluminosi, che non si agglomerano col disseccamento. L'acido nitrico non la discioglie nè a freddo, nè a caldo. L'acido nitrico fumante la discioglie, e sembra ricondurla allo stato di pirossilina pentanitrica. L'acido idroclorico non la discioglie che coll' aiuto del calore; ma in tal caso si sviluppa del cloro, e la sostanza rimane decomposta. Essa è insolubile a freddo in una soluzione diluita di potassa, ma si discioglie in una soluzione concentrata; gli acidi la precipitano allo stato di cellulosa trinitrica. L'idrogeno solforato vi agisce lentamente. Riscaldata in un tubo nel bagno ad olio a 145°, sviluppa vapori rutilanti, ed a 158° si fonde tutto ad un tratto depositando carbone.

Cellulosa trinitrica. Si ottiene questa sostanza per l'azione della potassa caustica sulla soluzione alcolica della pirossilina. Essa è insolubile nell'etere, solubile invece, anche a freddo, nell'alcole concentrato, ed è poi solubilissima nell'etere alcolico. L'acqua la precipita difficilmente da queste soluzioni, ed il precipitato che è di una estrema leggerezza si agglomera disseccandosi. L'acido acetico non la discioglie a freddo, la discioglie bensì a caldo, lasciandola precipitare per il raffreddamento. L'acido nitrico vi agisce come fa sulla tetranitrica. È poco solubile a freddo nell' acido idroclorico, col riscaldamento si discioglie, ma allora sviluppa cloro e la sostanza si decompone. La potassa caustica, anche in soluzione diluita, la discioglie facilmente, e gli acidi la precipitano. L'idrogeno solforato agisce rapidamente sulla soluzione alcolica. Infine, scaldata in un tubo nel bagno ad olio, resiste all'azione del calore fino a 160°, ma a 165° si fonde tutto ad un tratto e s' incarbonisce.

Azione degli agenti riduttori sulla pirossilina.

L'acido solforoso è senza azione sulla pirossilina. L'idrogeno solforato la riduce ed opera più facilmente sugli altri prodotti meno nitrati; ma l'azione è lenta e parziale.

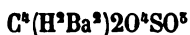
Se invece si adopera il protocloruro di ferro come agente riduttore, tutto l'azoto della pirossilina si sviluppa allo stato di biossido, e nello stesso tempo il ferro si perossida ed il cotone si rigenera, conservando la sua tessitura e tutte le altre proprietà fisiche e chimiche. L'A., per operare questa riduzione, introduce direttamente la pirossilina in una soluzione concentrata di protocloruro di ferro. Nulla si osserva dapprima, ma dopo qualche giorno la pirossilina si ricopre di perossido, il sale imbrunisce e tramanda odore di acido ipoazotico. La reazione a freddo è molto lenta, ma col calore si accelera. L'A. consiglia di ripetere questo trattamento almeno un paio di volte per ridurre compiutamente la pirossilina.

AZIONE DELL'ACIDO SOLFORICO SUI NITRILI E SULLE AMIDI;

BUCKTON ED HOFMANN.

(*Annales de Chimie et de Physique*, (3.e S.e) XLVI. 366.)

L'esperienze di Dumas, Malaguti e Leblanc hanno chiaramente dimostrato l'identità de' nitrili cogli eteri idrocianici, specialmente per ciò che riguarda l'azione dell'acido fosforico anidro sui sali ammoniacali; ma invano i chimici hanno finora cercato una reazione, la quale permettesse di passare dagli eteri idrocianici agli ordinari derivati degli alcoli. Io ho intrapreso, unitamente all'amico Buckton, alcune esperienze dirette a questo fine. Ma i nostri risultati, come quelli de' nostri predecessori, non ci hanno permesso di raggiungere lo scopo. Ciò non ostante avendoci questo studio fatto conoscere delle reazioni ad un tempo semplici e suscettibili di essere generalizzate, le abbiamo credute degne di pubblicazione.

L'acetonitrile, che per la facilità con cui si produce e per l'importanza della famiglia alla quale appartiene, potrebbe prendersi come tipo di questa classe di corpi, quando è mescolato con un volume eguale di acido solforico fumante, si scalda fortemente, ma la mescolanza rimane quasi scolorita, se si ha cura di aggiungere l'acido a poco per volta e di raffreddare il miscuglio. Aggiungendo poscia dell'acqua, e saturando con carbonato di barite, si ottiene un sale che ha tutti i caratteri del solfo-acetato di barite

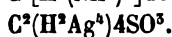
$$C^4(H^2Ba^2)2O^4SO^3$$

ottenuto già sono dieci anni da Melsens nell'azione reciproca dell'acido acetico, e dell'acido solforico anidro.

Mescolando invece l'aceto-nitrile e l' acido solforico fumante e scaldando, l'acido acetico subisce un' alterazione più profonda; si sviluppa acido carbonico ed il residuo trattato coll'acqua, poi col carbonato di barite lascia depositare un sale in bellissimi cristalli, che è rappresentato dalla formula

$$C^2(H^2Ba^2)4SO^3.$$

Questo sale è stabilissimo, di modo che si può far bollire per qualche ora coll'acido nitrico fumante, senza che provi la menoma alterazione.

I sali di argento e d'ammonio hanno una composizione analoga, che è data dalle formule:

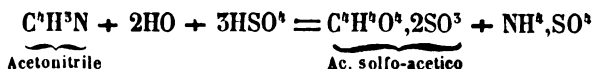
$$C^2[H^2(NH^4)^2]4SO^3$$
$$C^2(H^2Ag^4)4SO^3.$$

L'acido può essere facilmente isolato trattando coll' idrogeno solforato, sia il sale d'argento, sia quello di piombo. Esso è solubilissimo nell' acqua, nella quale cristallizza in lunghi aghi, ed ha il sapore dell' acido tartarico. Senza pretendere di emettere un giudizio sulla costituzione di quest'acido, la sua composizione permette di considerarlo come risultante dall'associazione di un equivalente di acetene con quattro equivalenti di acido solforico anidro, ed è per questo che noi proponiamo il nome di acido *metilotetrasolforico* $C^2H^4S^4O^{12}$.

Nella reazione dell'acido solforico sull'acetonitrile bisogna dunque distinguere due modi di agire; in uno l'acido acetico nascente si

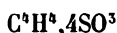
combina semplicemente con due equivalenti di acido solforico; in un altro la molecola acetica si decompone essa stessa ne' suoi gruppi primitivi, acido carbonico ed acetene, l'ultimo de'quali resta in combinazione con quattro eq. di acido solforico.

Le due reazioni si possono rappresentare colle seguenti equazioni:

$$\underbrace{C^4H^3N}_{\text{Acetonitrile}} + 2HO + 3HSO^4 = \underbrace{C^4H^4O^4,2SO^3}_{\text{Ac. solfo-acetico}} + NH^4,SO^4$$

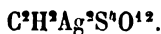
$$\underbrace{C^4H^3N}_{\text{Acetonitrile}} + 5HSO^4 = \underbrace{C^2H^4 4SO^3}_{\text{Ac. metilotetrasolforico}} + NH^4,SO^4 + 2CO^2$$

Vi è dunque molta analogia fra l' azione degl' acidi, e l' azione delle basi sull' acido acetico, il modo di scindersi è lo stesso; la differenza sta solo in ciò, che colle basi l'acido carbonico è fissato e l'acetene si volatilizza; cogl'acidi invece, l'acido carbonico si sviluppa e l'acetene rimane fissato.

La formazione dell' acido metilotetrasolforico richiama alla mente il corpo interessante scoperto da Magnus, combinando il gas olefico coll' acido solforico anidro; ma il nuovo acido e totalmente diverso dal corpo

$$C^4H^4,4SO^3$$

sia per la sua composizione, sia per la sua stabilità.

L'acetamide, che non differisce dall' acetonitrile che per 2 eq. di acqua, dà gli stessi risultati coll'acido solforico, e può egualmente venire adoperata nella preparazione dell' acido metilotetrasolforico.

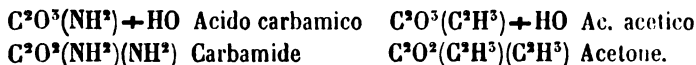
L' esistenza dell' acido metilotetrasolforico, sembra essere stata intraveduta da Melsens; diffatti nella sua memoria sopra l'acido solfo-acetico questo Chimico dice: che una volta vide formarsi nell'acqua madre del solfo-acetato di argento, de' cristalli, che avevano per formula

$$C^2H^2Ag^2S^4O^{12}.$$

Melsens non indica che questo fatto; ma egli è certo che questi cristalli non erano altra cosa che metilotetrasolfato di argento.

La descrizione particolareggiata de' metilotetrasolfati, e lo studio degl'altri acidi tetrasolforici, sarà l' oggetto di un' altra memoria.

CONSIDERAZIONI DI R. P. SULLA MEMORIA PRECEDENTE.

Il composto interessante ottenuto da Buckton ed Hofmann mi porge l'occasione di sviluppare una teorica, che si collega strettamente con quella di cui ho fatto menzione in questo stesso giornale a proposito della conversione degli acidi in aldeidi (1). Nella memoria anzidetta gli acidi omologhi della formula $C^nH^nO^4$ sono considerati come derivanti dall' accoppiamento d' una molecola di acido carbonico C^2O^4 con una molecola degl'idrocarburi parimente omologhi H^2,C^2H^4,C^4H^6,C^6H^8 ecc., e che per brevità chiamerò *aceteni*. Se ammettiamo invece che 2 molecole di essi idrocarburi vadano ad accoppiarsi con una sola di acido carbonico, avremo gli *acetoni*. Gli aceteni adunque farebbero rispetto all'acido carbonico lo stesso ufficio che fanno l'ammoniaca, l'anilina ecc. rispetto agli acidi bibasici. Questi ultimi accoppiandosi con una molecola d'ammoniaca, danno origine agli *acidi amidici*, che corrispondono agli acidi $C^nH^nO^4$; mentre se invece si accoppiano con due molecole d'ammoniaca, producono le *diamidi*, che corrispondono agli acetoni degli acidi anzidetti:

$C^2O^3(NH^2)+HO$	Acido carbamico	$C^2O^3(C^2H^3)+HO$	Ac. acetico
$C^2O^2(NH^2)(NH^2)$	Carbamide	$C^2O^2(C^2H^3)(C^2H^3)$	Acetone.

Oltre a queste combinazioni, troviamo che l'ammoniaca ne può formare delle altre, in cui più molecole di un acido aggruppandosi intorno ad una sola molecola d' ammoniaca, che serve di nucleo, danno origine alle *amidi secondarie* e *terziarie* di Gerhardt e Chiozza. Questi chimici nell'importante lavoro recentemente pubblicato sulle amidi (2) hanno difatti dimostrato che accoppiando l'ammoniaca con 1, 2, 3 equivalenti di acido benzoico o, ciò che torna lo stesso, sostituendo 1, 2, 3 molecole d'idrogeno dell'ammoniaca con altrettante di benzoile, si hanno successivamente la benzamide, la dibenzamide e la tribenzamide.

(1) Nuovo Cimento, t. III, p. 126.
(2) Nuovo Cimento, t. III, p. 36.

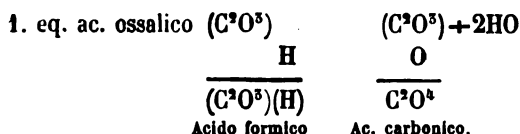
Se l'analogia degli aceteni coll' ammoniaca si mantiene anche per quest'ultima forma di combinazioni, dovremo avere una serie di acidi omologhi corrispondenti alle amidi secondarie degli acidi bibasici, e che nasceranno dall'accoppiamento di una molecola di acetene con due di acido carbonico. Ora noi conosciamo quasi tutti i termini di questa serie rappresentata dalla formula generale $C^nH^{n-2}O^8$, la quale comincia coll'acido ossalico $C^4H^2O^8$, e finisce coll'acido sebacico $C^{20}H^{18}O^8$. La costituzione molecolare di tali acidi sarebbe data dalle formule razionali seguenti:

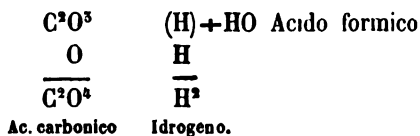
Aceteni	Acidi derivati	
H^2	$(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido ossalico
C^2H^4	$C^2H^2(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	(incognito)
C^4H^6	$C^4H^4(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido succinico
C^6H^8	$C^6H^6(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido pirotartarico
C^8H^{10}	$C^8H^8(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido adipico
$C^{10}H^{12}$	$C^{10}H^{10}(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido pimelico
$C^{12}H^{14}$	$C^{12}H^{12}(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido suberico
$C^{14}H^{16}$	$C^{14}H^{14}(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	(incognito)
$C^{16}H^{18}$	$C^{16}H^{16}(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$	Acido sebacico.

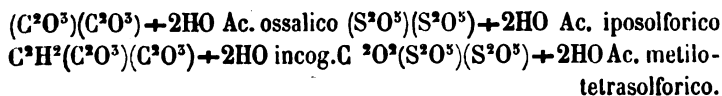
Tutti gli acidi di questa serie sono bibasici , il che concorda colla teoria, dappoichè ciascun equivalente di acido carbonico essendo bibasico, accoppiato coll'idrocarburo diviene monobasico, e si vede chiaramente come due molecole monobasiche debbano produrre un gruppo bibasico.

Questa maniera di vedere intorno alla costituzione molecolare degli acidi $C^nH^{n-2}O^8$ concorda pienamente colla natura delle metamorfosi che l'acido ossalico subisce per l'azione degli alcali caustici. Difatti riscaldato in contatto della potassa fondente, sulle prime esso si scinde in acido formico ed in acido carbonico, poi ad una temperatura maggiore quest'ultimo decomponendosi per una reazione conforme alla prima , si sdoppia in acido carbonico ed in idrogeno. Se cerchiamo d' interpetrare queste due fasi successive dell'esperienza, troviamo che esse sono la conseguenza naturale e necessaria della costituzione molecolare precedentemente ammessa. Difatti nel primo periodo lo sdoppiamento sarà parziale, perchè, conformemente a quello che vediamo accadere in tanti altri casi

analoghi, le due molecole d'acido carbonico non essendo ritenute con egual forza, l'una si separa dal gruppo prima dell'altra. Nel tempo stesso l'acqua decomponendosi somministra dall'una parte ossigeno al residuo C^2O^3, che si converte in acido carbonico, e dall' altra idrogeno, che va ad occupare nel gruppo il posto del residuo eliminato:

1. eq. ac. ossalico (C^2O^3)	$(C^2O^3)+2HO$
H	O
$(C^2O^3)(H)$	C^2O^4
Acido formico	Ac. carbonico.

Se si continua a riscaldare, si separa dall'acido formico il secondo residuo C^2O^3 per un'azione analoga alla prima, e l'idrogeno dell'acqua decomposta sostituendosi al gruppo eliminato, va a reintegrare il gruppo primitivo H^2. Ciò ha luogo nel modo seguente:

C^2O^3	$(H)+HO$ Acido formico
O	H
C^2O^4	H^2
Ac. carbonico	Idrogeno.

Ora se l'acido solforico può, come l'acido carbonico, accoppiarsi cogli aceteni, si dovranno avere due serie parallele alle due prime, l'una delle quali corrisponderà agli acidi $C^nH^nO^4$, l'altra agli acidi $C^nH^{n-2}O^8$. L'acido iposolforico conosciuto da lungo tempo dai chimici costituirebbe il primo termine di questa serie, l' acido di Buckton e Hofmann il secondo, come più chiaramente si deduce dal confronto delle formule rispettive:

$(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$ Ac. ossalico $(S^2O^5)(S^2O^5)+2HO$ Ac. iposolforico
$C^2H^2(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$ incog. $C^2O^2(S^2O^5)(S^2O^5)+2HO$ Ac. metilotetrasolforico.

Quanto all' acido solfoacetico di Melsens, esso rappresenta un termine intermedio, in cui le due molecole d'idrogeno dell'acetene non sono in tutto sostituite dall'acido carbonico, come nell'acido $C^2H^2(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO$, nè in tutto dall'acido solforico, come nell'a-

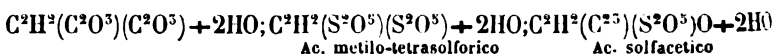
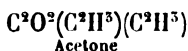
cido metilo-tetrasolforico, ma in parte dall'acido carbonico ed in parte dall'acido solforico. Per conseguenza l'acetene C^2H^4 forma tre composti coll'acido carbonico, altrettanti coll'acido solforico, di cui uno solo non è stato ancora ottenuto, ed uno coll'acido carbonico e solforico nel tempo stesso. Tali composti hanno una composizione analoga, e si corrispondono nell'ordine stesso che è indicato dalle formule:

$$C^2O^3(C^2H^3)+HO$$
Ac. acetico

$$S^2O^5(C^2H^3)+HO$$
Ac. metionico

$$C^2O^2(C^2H^3)(C^2H^3)$$
Acetone

$$S^2O^4(C^2H^3)(C^2H^3$$
(Non ancora ottenuto)

$$C^2H^2(C^2O^3)(C^2O^3)+2HO;\ C^2H^2(S^2O^5)(S^2O^5)+2HO;\ C^2H^2(C^{23})(S^2O^5)O+2HO$$
Ac. metilo-tetrasolforico — Ac. solfacetico

NOTA SULLA PROBABILE FORMAZIONE DELLA MOLTITUDINE DI ASTEROIDI CHE CIRCOLANO INTORNO AL SOLE TRA MARTE E GIOVE;

DI G. PLANA.

(*Presentata all'Accademia R. delle Scienze di Torino il* 2 *marzo* 1856)

Tutti gli asteroidi, scoperti dal cominciamento del secolo XIX infino al primo di gennaio dell'anno corrente, sono in numero di 37. In pochi giorni se ne scopersero altri due, l'uno ai 12 del gennaio p. p., l'altro alli 8 di febbraio.

La moltitudine di questi corpi e la circolazione loro nel medesimo verso intorno al Sole è un doppio fatto molto importante, il quale ci conduce a cercarne l'origine e la formazione nell'ipotesi già ammessa e sviluppata da Laplace nel suo Sistema del Mondo. Interessa pertanto di richiamare su quel punto l'attenzione dei Filosofi, i quali si compiacciono nelle loro contemplazioni di rintracciare il legame tra le cause e gli effetti.

Secondo Laplace questi piccoli pianeti si dovrebbero riguardare come tante porzioni di uno o più anelli, che eransi dapprima

formati girando intorno al Sole, e che, in seguito di irregolarità esistenti, sia nelle loro parti, sia nel loro raffreddamento, cessarono dall'avere la forma anulare rompendosi in più masse le quali, mosse con velocità pochissimo differenti, continuarono a girare alla medesima distanza intorno al sole.

Questa ipotesi di Laplace è stata pubblicata prima del 1813, e quindi riprodotta dall'A. nel 1824 e 1825, due anni prima che morisse. A quell'epoca non conoscevasi che l'esistenza di soli *quattro* di questi asteroidi, *Cerere*, *Pallade*, *Giunone* e *Vesta*, scoperti tra il 1801 e il 1808. Le rispettive distanze di questi asteroidi dal pianeta *Marte* sono di 1,2428; 1,2457; 1,14491; 0,83693 prendendo per unità la distanza media tra la Terra ed il Sole. Gli elementi della loro orbita hanno certi caratteri, che suggerirono ad Olbers l'idea di riguardarli come quattro frammenti d'un solo pianeta, il quale si sarebbe diviso per una forte esplosione generatasi nell'interno dalla propria massa. Ma questa ipotesi è priva di fondamento, e si può citare come una di quelle in cui si verifica la massima *Opinionum commenta delet dies*.

I 35 asteroidi scoperti dal 1845 fino a questi ultimi giorni, avrebbero senza alcun dubbio fissato meglio le idee di Laplace, e, nella perspicacia della sua immaginazione, non avrebbe esitato di ravvicinare la sua ipotesi a quella di Olbers. Alla comparsa di questi 39 asteroidi, Laplace avrebbe per lo contrario affermato con grande convincimento, che le sue meditazioni, appoggiate alle meditazioni ed alle osservazioni di W. Herschel, rivelano all'uomo l'esistenza di una causa, che ha preceduto lo stato attuale del nostro sistema solare. Si può ora, senza più attendere, fissare il pensiero sopra questo grande e maraviglioso fenomeno, che spiega la formazione di tutti i pianeti.

Questi corpi opachi si formarono ai limiti successivi dell'atmosfera del Sole, dalla condensazione delle zone dei vapori abbandonati col raffreddamento. Le molecole così libere continuarono a circolare intorno di questo astro, perchè la loro forza centrifuga era contrabilanciata dalla loro gravità. Ma ciò non poteva verificarsi nelle molecole situate verso i paralleli dell' Equatore solare; le molecole per il proprio peso, sempre crescente colla successiva condensazione, si ravvicinarono all'atmosfera dell'astro e non cessarono di appartenergli, finchè, in seguito del loro moto

non si appressarono a questo Equatore. Ciò ammesso, Laplace, continua dicendo; queste zone di vapori successivamente condensati hanno dovuto formare, secondo ogni verosimiglianza, nella condensazione ed attrazione mutua delle loro molecole, diversi anelli concentrici mossi in giro intorno al Sole. Lo sfregamento mutuo delle molecole di ciascun anello ha dovuto necessariamente accelerare le une e rallentare le altre, finchè tutte avessero acquistato un movimento angolare uniforme: di maniera che le velocità reali delle molecole più distanti dal centro dell'astro, fossero maggiori. Questa differenza si è stabilita concordemente al principio di dinamica conosciuto sotto il nome di *Legge delle Aree.*

Si ha una prova di ciò, considerando che la velocità angolare di rotazione del Sole e dei pianeti, essendosi accelerata per la condensazione successiva delle loro atmosfere alla superficie dei medesimi, questa deve superare la velocità angolare di rivoluzione dei corpi più vicini che vi circolano intorno. Diffatti ciò viene confermato dall'osservazione riguardo ai pianeti ed ai satelliti, come pure riguardo all'anello di Saturno, la durata della rivoluzione del quale è di $0^{gior.}$,438, mentre la durata della rotazione di Saturno è di $0^{gior.}$, 427.

Se tutte le molecole d'un anello di vapore continuassero a condensarsi senza disgiungersi, formerebbero col tempo un'unica massa liquida o solida. Ma la regolarità che si richiede per una tale formazione, sia nelle parti dell'anello, sia nel raffreddamento delle molecole, ha dovuto rendere il fenomeno, non solo rarissimo, ma ancora impossibile intorno al Sole, sebbene possibile sia stato intorno a Saturno, come forse intorno ad altri pianeti più lontani.

Ciascun anello di vapore ha dovuto quasi sempre rompersi in più masse, le quali continuarono a muoversi intorno al Sole nel verso medesimo della rotazione dell'astro. Queste masse, le distanze delle quali da Marte sono comprese tra 62 e 163 centesimi della distanza della Terra al Sole, sono quelle dei pianeti od asteroidi resi chiaramente visibili per la potenza dei telescopi moderni.

Tale è, secondo Laplace, l'origine e la formazione di questi asteroidi, che, dapprima essendo allo stato di vapore, si formò poscia in essi col raffreddamento un nucleo, il quale crebbe sempre più per la successiva condensazione dell'atmosfera che lo circondava. E

facile concepire il passaggio da questo stato a quello di pianeta. Inoltre, si può intendere che il raffreddamento ha potuto produrre, nei diversi limiti dell' atmosfera che circonda un pianeta, degli anelli simili a quei che per la medesima causa si formarono intorno al sole: e da ciò, la formazione dei satelliti e degli anelli che circolano nel senso del suo moto di rotazione, e che nel senso stesso girano sopra se medesimi. Laplace ne conchiude, con ragione, che la distribuzione regolare della massa degli anelli di Saturno è una delle prove tuttora sussistenti dell'estensione primitiva dell'atmosfera di Saturno e de'suoi restringimenti successivi.

Quale che essa sia la complicazione degli effetti, la supposizione d' una sol causa da cui derivare la formazione di tutti i pianeti, è degna della semplicità della Natura. I cangiamenti avvenuti in ciascun pianeta dalla sua formazione; quali, la formazione o la mancanza d'ogni atmosfera intorno alla propria superficie, il sollevamento dei continenti sopra l'Oceano, come pure le rivoluzioni alternative a cui andò soggetto lo strato esteriore del nostro globo, sono fenomeni, la spiegazione dei quali vuol essere rintracciata da considerazioni differentissime. Sarà d'uopo associare all'ipotesi di Laplace il fatto incontestabile del movimento di traslazione nello spazio del sistema solare, ed il fatto, probabilissimo, d'una ineguaglianza di temperatura in questo spazio. Verrà il giorno in cui questi grandi fenomeni avranno una spiegazione soddisfacente. L'aumento di temperatura che si osserva man mano che si discende verticalmente nelle viscere della terra, è già stato sottoposto ad un' analisi sorprendente.

Non si può non credere ai progressi delle scienze, quando si vede un grande Geometra e grande Filosofo, come Laplace, pubblicare nel 1813 che *i fenomeni della doppia rifrazione e dell' aberrazione delle stelle danno al sistema dell'emissione della luce, se non una certezza assoluta, una grande probabilità almeno.* E che si vede ai nostri giorni quell' istesso sistema dell'emissione rovesciato da esperienze incontestabili, e sostituito da quello delle ondulazioni *d'un mezzo etereo*, col qual Laplace credeva inesplicabile nel 1813 la doppia rifrazione e l'aberrazione delle stelle (1). È un fatto rimarchevole la sopressione di questo passo nella quinta edizione

(1) *Système du monde*, 4.ª édition, p. 327.

pubblicata nel 1824. Allora, Laplace, sorpreso dalle scoperte di Young, d'Arago e di Fresnel, si sarà accorto che la sua opinione non era più sostenibile. Meravigliato a quest'epoca dalla dimostrazione sperimentale data da Fresnel dell'inflezione della luce nell'interno delle ombre proiettate dietro corpi perfettamente opachi, Laplace avrà riconosciuto che era impossibile non accettare la conclusione enunciata da Fresnel colle parole . . . . *così* Newton *s'ingannò nel supporre che la luce non si diffondeva punto dietro i corpi opachi, e l'obbiezione, che ne dedusse contro la teoria delle ondulazioni, basava sopra un' ipotesi inesatta.*

Limitandoci ora alla sola formazione dei pianeti, anche il calcolo delle probabilità interviene ad avvalorare l'ipotesi, secondo la quale essi sono parti dell'atmosfera del Sole che, abbandonate successivamente, si addensarono quindi verso quest' astro. Questo calcolo appresta un valevole soccorso per valutare le cause costanti, che sono sconosciute e confuse colle cause accidentali, quando si possano moltiplicare le osservazioni. Ciò si collega colla teoria della probabilità delle cause e degli avvenimenti futuri, dedotti dagli avvenimenti osservati.

Accettato questo senso si comprende, come il calcolo delle probabilità doveva trovare simpatia nella mente di Napoleone il Grande, al quale Laplace ha dedicato nel 1812 la 1ª edizione della sua opera. I posteri ricercheranno una lettera, colla data del 12 agosto 1812 da Witepsk, che Napoleone gli scrisse quando ebbe ricevuto il suo *Trattato del Calcolo delle Probabilità.* Ecco questa lettera memoranda:

« Il fut un temps où j'aurais lu avec intérêt votre Traité du « Calcul des Probabilités. Aujourd'hui je dois me borner à vous « témoigner la satisfaction que j'éprouve toutes les fois que je « vous vois donner de nouveaux ouvrages qui perfectionnent et « étendent la première des Sciences, et contribuent à l'illustration « de la Nation. L'avancement, le perfectionnement des Mathéma- « tiques sont liés à la prospérité de l'État. »

Si potrebbe credere che una mente così retta doveva presagire come per istinto, gli avvenimenti posteriori al 1812; ma questa opinione perde di valore riflettendo: che l'influenza dei dati a Lui conosciuti, poteva allora essere calcolata in un modo molto diverso da quello dettato dal semplice buon senso.

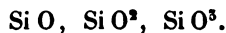
SUL BROMURO DI TITANIO

Lettera di A. W. HOFMANN *a* R. PIRIA.

Paragonando i punti di ebollizione de' composti corrispondenti del cloro e del bromo, Kopp è stato condotto a fare l' osservazione interessante che la temperatura s'innalza, termine medio, di 32° centigradi per ogni equivalente di bromo che si sostituisce ad uno di cloro. Così:

			Differenze
Cloruro d'etile.	C^4H^5Ch *bolle a*	11°.c	30
Bromuro d'etile	C^4H^5Br . . .	41°	
Etilene biclorica	$C^4H^4Ch^2$ . . .	67°	66=2×33
Etilene bibromica	$C^4H^4Br^2$ . . .	133°	
Tricloruro di fosforo. . .	PCh^3	78°	97=3×32½
Tribromuro di fosforo. . .	PBr^3	175°	

Se una tale differenza rimane costante per tutti i composti di cloro e di bromo, è chiaro che dalla determinazione del grado di ebollizione di tali sostanze si potranno trarre importanti conseguenze circa la loro costituzione atomica. Kopp ha applicato un tale criterio alla determinazione dell'equivalente del silicio, sul quale finora dominava tale incertezza, che erano state ammesse non meno di tre formule diverse per rappresentare la composizione della silice, cioè:

$$SiO, \; SiO^2, \; SiO^3.$$

Avendo riguardo alla differenza esistente nel grado di ebollizione, tra il cloruro di silicio che bolle a 59° c. ed il bromuro che bolle a 153°, differenza che è di 94=3×31½, Kopp è stato condotto

ad ammettere che la costituzione atomica di tali composti è rappresentata dalle formule

$$Si\,Ch^3\,,\quad Si\,Br^3$$

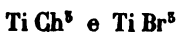
e che per conseguenza l'equivalente del silicio è 21,3.

Tuttavia per dimostrare la validità delle conclusioni di Kopp in un modo generale, conveniva esaminare nuovamente i gradi d'ebollizione dei composti corrispondenti del cloro e del bromo che si discostano dalla legge generale, ed estendere tale ricerca al maggior numero de' nuovi corpi.

Il sig. Francis Baldwin Duppa intraprese, dietro mio invito, delle ricerche sopra questo argomento, ed ha diggià ottenuto alcuni risultati che troverete interessanti.

Siccome non era ancora conosciuto un composto di bromo e di titanio, il sig. Duppa ha preparato un bromuro facendo passare una corrente di vapor di bromo sopra un miscuglio intimo di acido titanico e di carbone. La reazione si opera al calor rosso, e dà per prodotto un liquido bruno, il quale raffreddandosi si solidifica nel recipiente in una massa cristallina. Distillato sul mercurio in eccesso, che s'impadronisce di tutto il bromo libero, il bromuro di titanio si presenta in forma d'un corpo giallo d'ambra, di una magnifica struttura cristallina. Esso attira l' umidità atmosferica colla maggiore avidità, decomponendosi in acido bromidrico ed in acido titanico. Il bromuro di titanio ha un peso specifico di 2,6, e si fonde a 39°. Il punto d'ebollizione venne determinato dal signor Duppa sopra una quantità considerabile di tale sostanza, la cui purezza era stata verificata per mezzo dell' analisi, e fu trovato di 230 c. Il grado d'ebollizione del cloruro di titanio determinato da Dumas è di 135: la differenza $230 - 135 = 95 = 3 \times 31^1/_2$, è precisamente quella che era già stata trovata fra i punti di ebollizione del cloruro e del bromuro di silicio.

Questa osservazione, mentre dall' una parte somministra un nuovo argomento in favore dell'analogia che esiste fra il titanio ed il silicio, dimostra dall'altro che le formule

$$Ti\,Ch^3 \text{ e } Ti\,Br^3$$

rappresentano la vera costituzione atomica del cloruro e del bromuro di titanio.

In conseguenza l'acido titanico, che finora è stato riguardato come un biossido, si dovrebbe esprimere colla formula

$$Ti\,O^3$$

analoga a quella dell'acido silicico.

L'equivalente del titanio, invece di 24,29, numero attualmente adottato, diverrebbe 36,39. Il protossido di titanio in tal caso dovrebbe riguardarsi come un sesquiossido, ed il composto che finora è stato considerato come sesquiossido, sarebbe invece un ossido intermedio, ossia una combinazione di sesquiossido con acido titanico, in altri termini sarebbe un bititanato di sesquiossido di titanio.

Formule de' composti titanici.

Notazione antica		Notazione nuova
$Ti = 24,29$	. . . . . .	$Ti = 36,39$
$Ti\,O$	Primo ossido . .	Ti^2O^3
Ti^2O^3	Secondo ossido .	$Ti^4O^9 = Ti^2O^3 + 2\,Ti\,O^3$
$Ti\,O^2$	Acido titanico . .	$Ti\,O^3$
$Ti\,Ch^2$	Cloruro	$Ti\,Ch^3$
$Ti\,Br^2$	Bromuro	$Ti\,Br^3$

Londra, 19 *febbraio* 1856.

FOSFATO DI CALCE COME MEDICAMENTO INTERNO PER LA FORMAZIONE DEL CALLO NELLE FRATTURE; A. MILNE EDWARS.

(*Compt. Rend.* XLII, 631).

ESTRATTO.

Non è recente l'idea di attivare la consolidazione delle ossa nelle fratture per mezzo di medicamenti interni; anzi parecchi fatti inducono a credere, che fino da tempi antichi si facesse uso a tale scopo di fosfato di calce, od almeno di sali calcari. Per altro non è che in questi ultimi tempi, che l'esperienza ha fatto conoscere l'incontestabile utilità del fosfato di calce come medicamento interno per aiutare la consolidazione delle ossa fratturate.

Il sig. Gosselin, chirurgo all'ospizio Cochin, fece ricorso a questo mezzo, particolarmente nella frattura delle ossa delle braccia, spesso di difficile consolidazione. I risultati che l' A. ottenne sopra sei ammalati, sui quali sperimentò l'efficacia del rimedio, furono soddisfacenti: egli potè levare l'apparecchio dopo 28 o 30 giorni, senza osservare inconvenienti di sorta.

Ma in queste esperienze non era che per congettura che si riteneva avvenuta la perfetta consolidazione delle ossa; era necessario esaminare e sottoporre a prova la solidità del callo. A tal effetto, dietro il consiglio del sig. Gosselin, l'A. assoggettò alla prova alcuni cani e conigli. Scelti questi animali di età e di robustezza il più possibilmente uniformi, ruppe ad essi il braccio o l'avambraccio in un punto identico; quindi senza cambiarne punto il regime ordinario, ad alcuni amministrò cogli alimenti del fosfato di calce preparato colla. calcinazione delle ossa; e per conseguenza un

miscuglio di fosfato e carbonato. Questi due sali calcari, insolubili nell'acqua pura, lo sono nell'acqua acidulata, e perciò anche nei liquidi dello stomaco, dove acquistano la proprietà d'essere assorbiti.

L'A. ha esaminato il callo nei cani e nei conigli sottoposti all'esperienza, sia immediatamente dopo la morte, circondati cioè da tutte le parti molli, sia in seguito alla macerazione, cioè quando le ossa erano a nudo; non si poteva non riconoscervi l'influenza del fosfato calcare. L'ossificazione era molto più avanzata negli animali cui venne amministrato cogli alimenti il sale di calce, che non negli altri mantenuti nelle medesime condizioni, ma nutriti col semplice regime ordinario.

Chiaro apparisce da queste osservazioni che, l'abbondanza del fosfato di calce contenuto negli alimenti, e perciò trasportato con essi nel torrente della circolazione, accelera il lavorio della ossificazione. L'esibizione di questo sale negli alimenti è d'altronde senza pericolo, giacchè non esercita veruna azione contraria alle funzioni dell'economia animale.

L'A. non intende con quest'articolo di proporre il fosfato di calce come mezzo infallibile per assicurare la consolidazione delle fratture: egli è certo, soggiunge, che, se altre cause non intervengono ad impedire l'ossificazione del callo, come la costituzione debole dell'animale, ovvero dei movimenti prematuri nella parte lesa, esso sollecita grandemente questa ossificazione, ed estendendone l'uso, si potrà diminuire il numero dei casi in cui la consolidazione non si ottiene che imperfetta.

PERFEZIONAMENTO NELLA RIPRODUZIONE DEGLI OGGETTI IN TONDO RILIEVO (*rondes bosses*) COLLA GALVANOPLASTICA.

(*Compt. Rend.* XLII. 618)

Rapporto di BECQUEREL *in nome della commissione composta di* DUMAS, BABINET *e* BECQUEREL.

La galvanoplastica, ossia l'arte di riprodurre dei rilievi e degli incavi in metallo, col mezzo dell'elettricità, fece, dappoi la sua scoperta, grandi progressi. Si giunse ai nostri giorni, a dare al rame deposto molta durezza e nel tempo stesso omogeneità, ed a renderlo così assai più resistente alle influenze degli agenti atmosferici: gli stampi vennero perfezionati introducendo l'uso della *gutta-percha* come materia plastica: gli artisti in fine divennero più abili nell'esercizio, ed ora si ponno riprodurre dei pezzi d'arte e degli oggetti d'oreficeria in tondo rilievo, comparabili a quelli ottenuti colla fusione e colla cesellatura.

Il sig. Lenoir è fra i più distinti artisti che si occupano di questo soggetto; egli introdusse in quest'arte miglioramenti notevoli, operando deposizioni metalliche di spessore uniforme sopra modelli di oggetti in tondo rilievo, in modo da potere riprodurre intere statuette senza saldature, e perfettamente simili ai modelli.

Il sig. Lenoir ha raggiunto un tale scopo modellando gli oggetti in due parti per mezzo della *gutta-percha*, e riunendo poscia queste parti nel modo descritto in appresso.

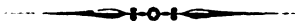
Egli non impiega la *gutta-percha* pura, come si usa ordinariamente, ma bensì un miscuglio di 50 p. di essa, 20 p. di grasso di porco e 25 p. di resina: questo composto è molto più duttile ed elastico della *gutta-percha* sola.

Copre egli dapprima con poltiglia di gesso una metà dell'oggetto da modellarsi, e quando il gesso è rappreso, pratica a piccole distanze, dei fori nella superficie che deve servire di unione coll'altra parte dello stampo. Quindi rammollisce alla temperatura di 100° circa il miscuglio plastico e lo modella sulla parte dell'oggetto non ricoperta dal gesso: la semplice pressione della mano è sufficiente, secondo Lenoir, a ritrarre le impronte più delicate dell'oggetto.

Solidificato l'intonaco plastico, scopre l'altra metà del modello coperto dal gesso e lo pulisce esattamente, quindi ripete la stessa operazione rivestendo questa seconda parte dell'intonaco medesimo, il quale disseccato, separa i due pezzi per estrarne il modello, e li metallizza con piombaggine; riunisce quindi esattamente le due metà dello stampo per mezzo delle sporgenze rimaste all'orlo della prima metà e corrispondenti ad altrettante cavità della seconda. In un estremo punto della superficie interna dell'intero stampo è saldato un filo di rame, il quale passa all'esterno ed è messo in comunicazione col polo negativo di una pila; nell'estremo opposto vi passa un filo di platino, che fa da polo positivo, il quale deve essere disposto di maniera da seguire per quanto è possibile alla medesima distanza i contorni principali del lavoro: condizione necessaria per ottenere un deposito metallico uniforme e continuo: questo filo di platino, nei punti in cui si teme possa toccare lo stampo, si può ricoprire con un leggiero strato di *gutta-percha*. Lo stampo così preparato è posto nel bagno di soluzione satura di solfato di rame. Chiuso il circuito, la deposizione metallica si effettua; compiuta che sia, si stacca lo stampo con facilità e si ha il pezzo perfettamente riprodotto.

Così operando, il sig. Lenoir non fa uso di elettrodo solubile; ma vi supplisce praticando dei fori nella parte superiore ed inferiore dello stampo. La parte del liquido in cui il sale disciolto vi è decomposto, diventa necessariamente meno densa, e quindi si

innalza ed esce dallo stampo per i fori superiori; nel tempo stesso altro liquido saturo di solfato di rame affluisce nello stampo dalla parte inferiore; questo rinnovellamento continuo del liquido, favorito anche dallo svolgimento del gas dal filo di platino, supplisce in parte alla mancanza dell'elettrodo solubile.

In questo metodo di precipitazione non si può dispensare dal far uso d'una pila staccata dal bagno; e gli apparecchi semplici ordinariamente adoperati in galvanoplastica non servirebbero all'uopo. Ma se per tal modo si fa maggior spreco di elettricità, si evitano per contrario le saldature che, oltre alle spese della mano d'opera per eseguirla, sono causa di pronto deperimento dell'oggetto, quando venga esposto alle influenze atmosferiche. Questo processo pertanto presenta un reale vantaggio sopra tutti quelli fin qui pubblicati, qualora si tratta di riprodurre oggetti di tondo rilievo.

L. Roux *Gerente.*

NOTIZIA SULLE PIÙ RECENTI SCOPERTE FATTE INTORNO AGLI ANELLI DI SATURNO; DEL P. A. SECCHI.

Direttore dell' Osservatorio del Collegio Romano.

Da quel tempo in cui Galileo pel primo tra' mortali annunziò Saturno essere tricorporeo fino al momento presente, questo pianeta è stato il soggetto più misterioso del sistema solare, e quello intorno a cui si sono concentrate non meno le cure degli astronomi, che le scoperte di inaspettate meraviglie. Le sue primitive enigmatiche apparenze furono bensì spiegate completamente colla felice scoperta di Ugenio, che ne afferrò pel primo la vera cagione col dichiararlo cinto da un sottile anello inclinato all'ecclittica (*annulo cingitur tenui*, *plano nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato*); ma nuovi perfezionamenti portati agli strumenti dal famoso Campani fecero vedere al Cassini l'anello essere doppio. Herschel coi suoi giganteschi telescopii confermò le scoperte di Cassini, arricchì il pianeta di nuovi satelliti, scoprì la rotazione dell'anello, e provò la sua somma sottigliezza. Il perfezionamento dei refrattori acromatici svelarono altre particolarità interessanti sfuggite agli anteriori osservatori. Gli anelli si riconobbero essere listati da strisce di diversa tinta che li facevano credere suddivisi in altri minori, e si riconobbe in modo sicuro non esser esso concentrico al pianeta.

In questi stessi ultimi anni nuovi studii svelarono meraviglie importantissime. Dai signori Bond a Cambridge in America, e Dawes in Inghilterra nel 1849 fu scoperto, da ciascuno di essi indipendentemente, un terzo anello di debolissima luce situato nell'interno degli altri due già noti, che fu nominato anello nebuloso; e venne così spiegata la curiosa apparenza di una grande sfumatura nell'interno dell'anello annunziata già dal sig. Galle di Berlino, ma che era passata senza attrarre l'attenzione degli astronomi. È cosa sorprendente al certo che una tale novità sia restata per tanto tempo senza esser debitamente riconosciuta, onde molti sono stati tentati di credere questo anello di una recente formazione; se non che le osservazioni di Galle, e le figure antiche di Campani, che io ho ritrovato, fanno conoscere che realmente quest' anello ha

sempre esistito, dacchè si è osservato Saturno con istrumenti competenti, e che si è manifestata la sua presenza in una specie di traccia più cupa che esso lascia colà ove passa avanti al pianeta, e che da' meno pratici si è scambiata spesso coll' ombra gettata dall'anello sul pianeta stesso.

Sulla forma però della sezione degli anelli, ossia della loro curva generatrice, non si aveva ancora nessun dato diretto di osservazione che ne indicasse la natura. Solo si sapeva che esso era sottilissimo, e che durante il tempo in cui dalla terra si vede di taglio, esso svanisce in tutti i telescopi minori restando solo visibile in pochi strumenti colossali. Diversi fenomeni però osservati nel momento della sua disparizione, quali erano lo svanire prima di un'ansa e poi dell'altra, e il sembrare esse raccorciate, indicavano delle irregolarità non dubbie nella sua spessezza.

La prima osservazione diretta a scoprire la curva generatrice dell'anello, per quanto io sappia, fu quella che feci io stesso nella sera del 23 novembre 1850, nella quale col refrattore di Cauchoix mi accorsi, che l'ombra del pianeta gettata sull' anello non era terminata da linea curva rivolgente la sua concavità all' interno, cioè verso il globo, qual è il caso dell'ombra di una palla su di un piano; ma invece che essa ombra rivolgeva la sua convessità verso la palla medesima.

Questo fatto avverato allora da diversi, lo fu tra gli altri anche dal sig. Lassel, a cui ne diedi parte immediatamente. Ma la maggior parte degli astronomi si trovò perplessa; e, chi negò il fatto, chi non potendo negarlo l' attribuì ad illusione ottica, cosa non nuova ad avvenire nelle scoperte difficili, allegando come obbiezione principale la grande sottigliezza dell'anello, che sembra dover rendere impossibile il vedersi tale curvatura. La questione rimaneva quindi irresoluta, finchè nell' anno scorso io era in istato di poter osservare Saturno con un magnifico refrattore di Merz di Monaco di 9 pollici di apertura; e dopo aver molto fluttuato, riconobbi esser manifesta la verità della curvatura dell'ombra, quando questa era assai esile, ma divenir dubbiosa, e parere anzi il contrario, quando essa era assai sviluppata. Onde io non dubitai di mettermi dal lato di quelli, che credevano ciò una illusione. A questa conclusione venni condotto dall'apparenza dell'ombra, quale si manifestava specialmente verso l'aprile 1855, durante il qual

tempo l'ombra sviluppata di vantaggio, presentò sempre la concavità verso il pianeta, benchè fosse apparsa curvata in verso opposto quando era più piccola. Era però necessario continuare le osservazioni per avere conferma del sì o del no; ma diverse altre occupazioni me ne distrassero. Se non che, proseguendo anche per questo anno nuovamente tali ricerche, sono stato sorpreso al vedermi di nuovo ricondotto non solo io stesso alle mie viste di prima, ma con mio grande piacere vedo anche altri illustri astronomi confermare questo risultamento interessante. Se non che, a fare svanire le apparenze contradditorie, ho trovato necessario distinguere tre periodi in cui si manifesta l'ombra: 1° quando essa è assai piccola e in cui la differenza di longitudine eliocentrica della terra e del pianeta è di pochi gradi; 2° un periodo intermedio; 3° quello in cui esso è vicino alla sua quadratura. Nel primo periodo l'ombra presenta un piccolo becco rovescio assai marcato da ambedue le parti del vertice del pianeta: nel secondo lo sviluppo dell'ombra assorbe tutto quel becco e sembra realmente *concava verso il pianeta*: nel terzo finalmente non ritorna il beccuccio di prima, ma tutta l'ombra sembra leggiermente curvata all'infuori. Questo è il caso attuale del momento in cui scrivo (10 aprile). Bisogna dunque distinguere i tempi, e tutto sarà chiaro. Per comprovar ciò esperimentalmente a me e ad altri, ho ripreso un modello di Saturno costruito già tempo fà per quest'uso, ed ho trovato che la proiezione dell'ombra varia precisamente nel modo anzidetto, percorrendo tutte queste fasi secondo l'elongazione relativa dei due corpi, terra e pianeta, veduti dal sole.

In quanto alla obbiezione fatta sulla sottigliezza dell'anello, essa non solo non è contraria, ma favorevole all'ipotesi. Si faccia infatti questo esperimento: si metta una palla in modo che getti ombra sopra un cartone piano; essa avrà la sua ombra sempre concava verso il globo; se venga curvandosi leggermente il cartone l'ombra si piega ed arriva un punto in cui essa è curva in senso opposto. Una curvatura leggera è dunque sufficiente a mostrare il fenomeno. Nel modello da me usato, la freccia di curvatura non supera $\frac{1}{15}$ della larghezza dell'anello B e il fenomeno si manifesta in un grado sensibilissimo. Ora l'anello B è largo

circa 4",5 onde la sua spessezza basta che sia $\frac{2.\,4'',5}{15} = \frac{9''}{15}$, cioè prossimamente $\frac{2}{3}$ di secondo; e sono sicuro che anche una curvatura la metà minore darebbe effetto sufficiente.

Ma la forma dell' ombra ci mostra anche un altro fenomeno interessantissimo, ed è che il piano dei due anelli non è identico. La forma di questa ombra è bruscamente interrotta, e può vedersi al di là della punta del globo, sull'anello. Ora (11 aprile) la terra è alta sul piano dell'anello 27°,2', e il sole solo 26°,27'; la differenza è di 35', e ciò è sufficiente perchè possa scorgersi il limite dell' ombra al di là del globo, come un filo finissimo congiunto a un pochissimo di fase oscura del pianeta; benchè a dir vero richieda buone circostanze atmosferiche, essendo il globo lassù assai oscuro. La discontinuità così marcata dei due contorni mostra che l' anello esterno è colà più sollevato dell' interno. Per singolare che paia questa conseguenza, non è sorprendente. Studiando con cura la larghezza della divisione tra B e C, ho veduto distintamente, non solo io ma altri ancora, che talora essa è più larga notabilmente dalla parte al di là del pianeta, che da quella che sta al di quà verso l' osservatore; onde si riconferma il dislivello dei piani.

Se non che, sull' anello stesso B, appare talora il contorno dell' ombra essere così tormentato e storto in molte guise, talchè mostra esser essa proiettata su parti dell' anello assai irregolari. So che molte illusioni possono nascere dal moto dell'aria atmosferica, che produce degli storcimenti non piccoli agli oggetti quando non è tranquilla; ma io non ho mai valutato le osservazioni fatte in circostanze equivoche, e parlo solo dei risultati ottenuti in circostanze favorevolissime. Queste non sono frequenti, e quindi le osservazioni sono poche, ma procuro che siano sicure. La forma angolare dell' ombra osservata dal sig. Cassel a Malta nell' ottobre del 52, conduce a simile conseguenza.

Un' altra cosa che mi è venuta osservata, e che trovo confermata dal sig. Lassel e dal Cap. Jacob, è che la divisione degli anelli *non è nera*, ma piuttosto tendente al color dell'anello nebuloso interno. Onde è probabile che l'anello sia tutto involto in nebulosità semitrasparente. Questa non è mera congettura, ma abbiamo nella scienza un fatto che finora è restato senza spiegazione, e che così

potrebbe riceverla assai bene. Questo è che, quando l'anello sparisce pel passare che fa il suo piano per la terra, allora sopra Saturno si vede una fascia di colore assai oscuro. Questa fascia notata da Cassini, Schmidt ed altri non può esser l'anello ordinario, perchè allora non si vede che a grande stento nei fortissimi strumenti, e questa zona è al contrario assai larga e fu visibile fino dai primi strumenti. Mi pare quindi ragionevole il dire, che essa è certamente formata dall'anello colla sua atmosfera nebulosa inviluppante e semitrasparente, che si proietta così sopra il pianeta e vi produce una zona oscura, come fa attualmente l'anello nebuloso. Studii diretti a riconoscere la verità di tale ipotesi si potranno fare nell'epoca della futura disparizione. Il Cap. Jacob crede avere veduto l'ombra anche ben definita sulla divisione, e talora è sembrato ciò pure a me; e durante specialmente l'opposizione, l'ombra era distinguibile sull'anello nebuloso, ma ora è assai difficile il riconoscervela distintamente.

Per concludere, rapporto alle variabilità delle apparenze di Saturno, dirò che più d'una rimane ancora problematica: questa è, che l'orlo interno dell'anello B, si vede spesso più lucido della zona prossima immediatamente congiunta, ma ciò non è costante; almeno in ottime circostanze atmosferiche, e in cui si vedeva nettamente separato l'anello nebuloso dagli altri due, tal maggior luce all'orlo interno non era sensibile; onde questo pare ancor esso variabile.

Le credute suddivisioni degli anelli restano in certo modo confermate, perchè gli anelli sono certo costituiti a scaglioni, e me ne avvidi fino dal 19 novembre 1854, mentre era ignaro che il signor Dawes avesse fatto tale scoperta: l'anello interno va degradando in luce dall'esterno all'interno, mentre nell'anello esterno avviene il contrario. La riga più oscura principale, che divide l'anello esterno in due, è spesso così viva che è misurabile; ma oltre questa ne ho scoperto una più sottile assai e più interna. Gli orli dell'anello A sono all'esterno assai sfumati, il che forma un oggetto di difficoltà nella misura del suo diametro, come vedremo fra poco.

Ma lo studio di questo nobilissimo pianeta ricevette l'anno scorso un nuovo impulso ad occasione di un dottissimo lavoro pubblicato dal sig. O. Struve di Pulcowa, nel quale oltre aver dato un erudito conto di quanto erasi fatto dagli antichi e moderni per lo studio di questo sistema, dal confronto delle proprie osservazioni

colle altrui, arriva alla singolare conseguenza, che l'anello anderebbe ora accostandosi rapidamente al pianeta; talchè potrebbe darsi il caso che noi un giorno vedessimo questo bel globo spoglio di tale interessante accessorio. Quest' annunzio dovea com' è naturale eccitare un gran numero di astronomi a ripetere le misure di Saturno, ed io stesso prevalendomi degli strumenti che sono a mia disposizione, credetti non dover lasciar passare l'occasione propizia della prossima opposizione.

Il sospetto di qualche variazione non è irragionevole, giacchè non è punto dimostrato a priori che quel sistema sia arrivato ad una completa stabilità. Estraggo dal lavoro citato dal sig. O. Struve il seguente quadro, che può dare un' idea di quello che stiamo dicendo.

Tavola A.

OSSERVATORE	Epoca	Diam. ester. dell'Anello esterno	Diam. equat. del Pianeta
Huyghens. . .	1657	45."	18."
Cassini . . .	1691	45.	
Pound. . . .	1719	42.	18.
Bradley . . .	1719	41, 25	17, 75
Rochon . . .	1777	40, 6	16, 9
Herschel W.. .	1791	46, 68	
W. Struve . .	1826	40, 10	17, 99
Bessel. . . .	1831	39, 31	17, 05
Encke. . . .	1837	40, 93	17, 68
Galle	1838	40, 90	17, 91
O. Struve. . .	1851	39, 70	17, 61
Lassel (V. As. Nach. n. 856)	1853	40, 88	17, 45

Lasciando anche da parte le misure di Huyghens, Cassini ed Herschel, che possono essere sospette, si vede che nelle altre vi sono diversità superiori a quelle che possono ammettersi come accidentali, secondo gli strumenti impiegati e l'abilità di chi ha fatto tali misure. Struve e Bessel l'uno coll'equatoriale di Dorpat, l'altro coll'eliometro di Koenisberga differiscono di quasi un secondo (0",79); Lassel, Encke e Galle ancora di vantaggio da Bessel (1",59).

Colla favorevole occasione adunque dell'opposizione p. p. nel mese di decembre, in cui abbiamo avuto eccellenti serate, ho fatto una serie di molte osservazioni, delle quali ecco i risultati ottenuti, ridotti tutti alla distanza media di Saturno dal Sole, il cui log. = 0, 97965 (*a*).

Oggetto misurato	*Valore*	*N° delle misure*
Diametro esterno dell' anello esterno A	40,"893	58
Diametro del mezzo della divisione principale tra A e B	34, 649	15
Diametro interno dell' anello interno B	25, 714	28
Diametro interno dell' anello nebuloso C	21, 419	19
Diametro equatoriale del Pianeta .	17, 661	32
Diametro minore dell'elisse . . .	18, 814	28

Si vede di qui che il nostro risultato concorda prossimamente assai bene con Lassel, Encke e Galle, ma che si scosta da Bessel.

La piccolezza delle misure di Bessel è certamente una cosa assai importante, e tanto più sorprendente quanto che questo astronomo ha provato che la differenza di 1" sarebbe sensibilissima nel suo eliometro. Le recenti misure di Main, fatte a Greenwich col micrometro oculare a doppia imagine, si sono trovate egualmente scarsissime. Onde non può dubitarsi che ciò dipenda dalla diversa chiarezza delle imagini, che è sempre minore facendo uso della doppia imagine. Infatti, diminuendo l'apertura del nostro equato-

(*a*) Non si sono applicate le correzioni delle refrazioni che sono assai piccole, per ragioni che sono indicate nelle osservazioni originali.

riale fino a 3 poll., si hanno gli orli dell'anello esterno assai languidi e sfumati; onde nel sovrapporre le immagini raddoppiate è facile che si ecceda, e quindi si abbia un risultato minore del vero. Anche la semplice minor apertura dello strumento può fare lo stesso effetto; e questa forse è la ragione che nelle moderne ricerche del signor Jacob il valore è un poco minore, avendo usato un refrattore di soli 6 poll., e $\frac{1}{2}$ (*b*). All'incontro le grandi dimensioni dei primi scopritori si sono attribuite alla irradiazione; ma non so con quanto fondamento. È un fatto vero e noto, che a pari dimensioni un oggetto luminoso pare più grande di un altro eguale ed oscuro, qualora si guarda direttamente; ed anche nei cannocchiali succede lo stesso; ma non per questo ne segue che *misurando* l'oggetto, questo ritrovisi più grande del vero. Un esempio del primo fatto l'abbiamo in Marte, nel quale sono com'è noto due macchie polari assai vive, le quali guardandole con un cannocchiale di non fortissimo ingrandimento, sicchè la luce resti ben vivace, paiono due segmenti sporgenti dal pianeta; ma con un forte che indebolisca la luce ciò non ha luogo, e nel caso del nostro strumento la forza di 760 o 1000 volte basta a distruggere completamente l'illusione. Un altro caso di illusione si trova nel giudizio delle *grandezze a stima* fatte dentro il cannocchiale. Io stesso più volte mi sono ingannato grandemente nello stimare le distanze dei satelliti dal pianeta Saturno, valutandole in larghezze dell'anello, che giudicai minori del vero, onde spesso prendeva il 3° pel 2°, e il 4° pel 3°. Ma venendo alle misure, l'errore si rettifica immediatamente. Ne ho fatto una prova diretta fissando a grande lontananza una tavola su cui erano dipinti due circoli eguali, uno bianco in fondo nero, e uno nero in fondo bianco. Questi a stima parevano diversi, ma la misura smentiva il giudizio della stima e li trovava realmente eguali. Dal che ne inferisco che l'irradiazione poco può influire sulle misure; ma si vede bene che non è indifferente la quantità di luce che ammette lo strumento.

Lo scopo che io mi era prefisso nell'intraprendere queste misure pareva così, almeno in parte, raggiunto; se non che la discussione accurata delle medesime, mi fece vedere tali discrepanze

(*b*) Mont. notices vol. XVI, n.° 5, pag. 125. March. 1856.

nei risultati ottenuti da una sera all' altra, che più volte ne stetti in grande ansietà, e ciò tanto più mi rendeva sollecito che io vedeva i medii delle diverse sere discordare tra di loro notabilmente, più che i medii della sera medesima. I numeri che dò nella colonna 5.ª della Tav. B qui appresso, daranno un' idea di tali divergenze. Esse erano tanto più inesplicabili, che con Giove, il quale pure ha un diametro maggiore, non ne avea avuto di eguali, e che per sottrarmi da ogni specie di errore sistematico avea variata la maniera di misurare facendolo per parti, e mutando gli ingrandimenti. È vero che vi sono delle difficoltà non piccole nell'anello, ma quando l'aria è buona, e l'orologio porta bene lo strumento, l'errore probabile di una osservazione non supera 0'', 15. Di più avevamo nelle misure stesse una riprova della loro bontà; perchè avendo misurato l'anello e insieme il pianeta, le misure di questo si trovavano sommamente concordi, e lo stesso avviene tra gli osservatori diversi, i quali poco discordano nel diametro del pianeta, e molto per l'anello.

Sospettai dunque che queste varietà fossero reali, cioè inerenti all'anello, e mi c'indussero le seguenti ragioni:

1° Il vedere che queste irregolarità passavano dal massimo al minimo dentro un determinato periodo; così in misure prese in due giorni consecutivi, si ha discordanza; mentre dopo tre giorni si ha accordo, e l'accordo ritorna quasi interamente dopo 9 giorni. Questo si vede a colpo d'occhio nella seguente tavola.

	Intervalli		*Differenze*	
1. giorno	14—15	Decembre	0, 39	medio 0, 523
	15—16		0, 63	
	23—24		0, 55	
3. giorni	27—30		0, 09	medio 0, 05
	27—24		0, 01	
9. giorni	14—5		0, 26	medio 0, 15
	23—4		0, 05	

In 2.° luogo i massimi molto si accostano tra di loro e i minimi pure.

Massimi		*Minimi*		*Medio dei Massimi*	41, 275
41, 324	medio	40, 564	medio	» *dei Minimi*	40, 542
444	41, 275	412	40, 542		
115		710		*Differenza*	0, 733
205		483		$^1/_2$ *differenza*	0, 366

Ciascun vede se sia tollerabile una tal differenza tra osservazioni di questa specie con tale strumento; nè solo le mie, ma anche quelle di Lassel (le sole che fino allora avea potuto consultare per esteso) erano soggette allo stesso difetto di un salto di oltre a mezzo secondo netto (*c*).

Nel caso pertanto che le irregolarità fossero reali, restavano due ipotesi da esaminare.

La 1ª se l'anello fosse soggetto ad una dilatabilità periodica.

La 2ª se esso fosse di figura ovale, e che ora mostrasse a noi l'asse maggiore ed ora il minore.

La 1ª ipotesi pare alquanto meno probabile, benchè non priva di fondamento; giacchè l'asse coniugato dell'anello viene trovato bene spesso maggiore quando è in eccesso il trasverso: ma ciò non è costante, e non devo dissimulare che le osservazioni in questa direzione meritano minor peso; perchè l'agitazione dell'aria molto confonde nella misura di una linea di contatto di così debole curvatura, come sono gli estremi dell'asse coniugato dell'anello. Tuttavia non credo doversi rigettare questa ipotesi senza esame, e dirò in fine ciò che sento.

L'ipotesi pertanto che io ho creduto dover discutere è la 2ª, cioè che l'anello sia ovale, ed avendo una rotazione, presenti a noi ora un diametro maggiore, ora un minore. Sia T il tempo di questa rotazione e t il tempo scorso da un'epoca assunta per principio di numerazione in cui l'anello sia per certo in un minimo di diametro apparente, k la differenza tra il semiasse maggiore a e il

(*c*) Nel fascicolo del « Monthly notices » Decembre 1855 della R. Soc. Astronomica di Londra, trovo che il sig. Main pure si lagna di tali divergenze nelle misure e le crede difficilmente spiegabili con mera casualità. Il salto poi di $\frac{1}{2}$ secondo e più, si riproduce anche nelle misure del sig. De la Rue; ma il non trovare indicata l'ora ci priva di una preziosa conferma delle nostre viste teoriche.

minore b, avremo la correzione da farsi al diametro osservato, per avere il medio, dalla formula

$$c = k \cos.2\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

ossia, chiamando n il numero delle rivoluzioni fatte dall'anello nel tempo t, ed ω l'arco residuo descritto oltre il numero intero delle mezze circonferenze sarà, trascurando le potenze superiori dell' eccentricità,

$$c = k \cos.2\omega;$$

essendo anche senza altro calcolo evidente, che durante il tempo di un' intera rivoluzione l'anello si presenta due volte nella posizione sì del massimo che del minimo diametro apparente.

La determinazione di T sarebbe stata assai difficile dietro le poche osservazioni che abbiamo, miste come sono degli errori di osservazione: quindi per togliere l' indeterminazione di ciò, cercai quale sarebbe il tempo che, giusta la terza legge di Keplero, dovrebbe impiegare un satellite posto a 20", 5 dal primario per compiervi il suo giro, e trovai che era circa 14^{ore}, 36 di T.m. Con questo dato tentando di soddisfare i periodi osservati, vidi che il numero preferibile era

$$T = 14^{ore}, 238 \text{ di T. sid.}$$

E questo è il tempo della rivoluzione per un satellite distante un poco più di 20", cioè posto alquanto nell' interno dell'anello esterno A (*d*). In questa discussione però sono stato arrestato da una difficoltà: l' ora dell' osservazione non è notata che entro limiti approssimati cioè di circa 10^m, specialmente nelle prime osservazioni; cioè quanto è sufficiente per trovare la riduzione da farsi alla distanza attuale del pianeta per avere la media, e per la refrazione; quindi i tempi sono sicuri solo entro tal limite. Al principio dell'anno scorso talora è stata omessa; ma le osservazioni facendosi ad ora a un dipresso eguale nelle varie sere successive, facilmente si è potuta trovare col confronto delle osservazioni vicine fatte la stessa sera.

(*d*) W. Herschel avea trovate 12^{ore},4 circa per l'anello interno.

Questa inesattezza, che finora forse era tollerabile, non permette di spingere le verificazioni alla precisione che avrei desiderato; i tempi d'osservazione però che si discutono qui sotto, essendo sicuri entro 10^m, li credo sufficienti. Non veggo che altri astronomi abbiano usato far di vantaggio, e perciò forse merito scusa; ma ciò servirà di norma a me e agli altri in avvenire. L'errore che può nascere nella rotazione, da un errore di 1/4 d'ora di tempo nel momento dell'osservazione, è 6°, 1/4; ora sono sicuro che trattandosi di una prima investigazione ciò non può portare seria conseguenza nè errore che superi gli errori probabili delle misure stesse.

Nella tav. B qui appresso do il diametro dell' anello, quale risulterebbe applicando le correzioni giusta l'ipotesi assunta. Per contare il tempo parto dalla sera 24 decembrea 4^{ore}, 10^m T. sid. perchè quella sera era esimia, e il diametro era certamente in un minimo di fase. Per valutare la correzione adopero l'eccesso trovato di sopra tra i massimi e i minimi diametri, e fo $k = 0''$, 366. L'ultima colonna di questa tavola fa vedere quanto piccole siano divenute le divergenze, benchè sussista ancora un eccesso sulla prima parte della serie, e un difetto nella seconda. Quella del 14 sembra fare eccezione, ma pure essa dà un minimo *relativo* alle vicine come vuole la formula. L' andare a ricercare più per minuto la causa di queste differenze è inutile, senza la base di tempi più accurati nelle ore di osservazione, e probabilmente dipende da un altro periodo sovrapposto al primo, o da perturbazione dei satelliti. L' errore probabile di una osservazione isolata è soddisfacente, e il medio di queste, poco differisce dal medio di tutte, come vedemmo di sopra.

Se la compensazione di tali errori fosse casuale, sarebbe forse un fenomeno assai più singolare che non la rotazione e l' ellitticità dell'anello; tuttavia senza dar nulla per dimostrato, basterà questo per indicarci una nuova cautela da prendere in misurare i diametri, cioè di tener conto preciso del tempo. Le osservazioni di Lassel danno diametri, discordi a quattro giorni di intervallo, e concordi a tre giorni il che combina con noi; ma danno valore concorde per un giorno, benchè non esattamente. Questo può parere in opposizione colla nostra teorica, ma non lo è; giacchè è da avvertire che se una delle osservazioni non cade

Tavola B.

Data ed Ora delle osservazioni in T. sid.				Intervalli		Correzione	Diametro		Differenza
				In tempo	In rivoluzione		Osservato	Corretto	c — m
1855	30	Nov.	ore 2, 30	24^{s} + ora 1, 40	$40^{r}\ \frac{1}{2}+23^{\circ}$	+0, 254	40'',851	41'',105	+0, 118
	5	Dec.	1, 45	19 + 2, 35	32 + 76	—0, 323	41, 324	41, 001	+0, 014
	14	»	3, 00	10 + 1, 10	17 — 24	+0, 245	41, 068	41, 311	+0, 227
	15	»	3, 30	9 + 0, 40	15 + 81	—0, 348	41, 443	41, 095	+0, 108
	16	»	3, 30	8 + 0, 40	$13\ \frac{1}{2}+12$	+0, 334	40, 812	41, 146	+0, 159
	23	»	4, 10	1 + 0. 0	$1\ \frac{1}{2}+65$	—0, 235	41, 118	40, 883	—0, 104
	24	»	4, 10	. . . .	. . . .	+0, 366	40, 564	40, 930	—0, 057
	27	»	3, 40	3 — 0, 30	5 + 12	+0, 334	40, 412	40, 746	—0, 241
	»	»	4, 10	3. 0, 00	5 + 20	+0, 280	40, 623	40, 903	—0, 084
	30	»	3, 50	6 — 0, 20	10 + 32	+0, 160	40, 710	40, 870	—0, 117
	»	»	4, 20	6 + 0, 10	10 + 45	0, 0	41, 090	41, 090	+0, 103
1856	9	Gen.	5, 28	16 + 1, 18	$27\ \frac{1}{2}+20$	+0, 280	40, 483	40, 763	—0, 224

Medio = 40'',987 = m

Per una osservazione err. probab. = 0, 101

in un punto estremo di massimo o minimo, ma in un intermedio. l'altra dopo 24 ore, pure cadrà in un punto intermedio, e quindi potrà restare nascosto l'eccesso o la differenza; ma nemmeno esso, dando l'ora, nulla di sicuro può concludersi.

Quindi parmi probabile la prefata ipotesi, e degna che gli astronomi forniti di forti strumenti la prendano in considerazione (*e*).

Ho promesso di discutere l'altra ipotesi della variazione reale del diametro dell'anello. La prima cosa da cercare è, se la divisione abbia mutato sensibilmente di luogo. Essendo essa un oggetto assai netto e distinto, e di facile collimazione, molti errori accidentali restano eliminati, e perciò merita di esser presa per termine di confronto a preferenza di altri punti.

Si è trovato per medio del diametro di tale divisione 34", 649; aggiungendo la larghezza della divisione medesima, che dal confronto della grossezza dei fili del micrometro a più riprese ho concluso 0", 402, resta per diametro interno dell'anello esterno = 35", 051; e W. Struve (Astr. Nach. n. 139) dava = 35", 289. La differenza di 0", 238 è tollerabile, benchè non trascurabile in un punto in cui si collima sì bene; e quel ch'è rimarchevole Struve supera noi. Però devo dire che la divisione non pare sempre egualmente larga; è ciò forse per le circostanze atmosferiche, o per una reale variabilità? (*f*).

La larghezza dell'anello esterno A è per noi dal medio di tutte = 2, 92; secondo W. Struve (1826) = 2, 40, Encke (1837) = 2, 62; O. Struve (1851) = 2, 30, cioè tutte minori dell'attuale.

La sera del 29 dicembre fui sorpreso di vedere l'anello esterno di una larghezza fuor del solito maggiore, e tanto che ad occhio scorgevasi una differenza notabile di esso, colle figure fatte con tanta precisione da Dawes e Lassel; trovai quanto segue, misurando l'ansa destra con tre ripetizioni molto concordi (riducendo tutto alla dist. media).

(*e*) Dall'epoca del 9 gennaio fino all'attuale non ho lasciato di misurare Saturno, ma le osservazioni non sono ancora ridotte.

(*f*) Il sig. De la Rue opina che le variazioni siano reali. Astr. N. Marzo 1856.

Larghezza di A e B $= 7'',512$

quindi Anello interno $+ \frac{1}{2}$ divis°. $= 4, 523$

Anello esterno $+ \frac{1}{2}$ divis°. $= 2, 989$

$\frac{1}{2}$ divis°. $= 0, 201$

resta: Anello esterno $= 2, 788$

Medio di W. Struve, Encke, O. Struve $= 2, 440$

Differenza $= 0, 348$

Questo risultato pone fuori di dubbio una variabilità nell'anello esterno, e nella sua larghezza.

Ma la larghezza complessiva de' due anelli è costante? Il medio delle nostre osservazioni dà per larghezza media delle anse = 7, 589; mentre da O. Struve è dato 7, 415; con differenza insensibile di 0, 174.

Resta ora a vedere se siasi cambiato il rapporto tra la distanza dell'orlo interno dell'anello B dal pianeta, e la larghezza degli anelli stessi.

La distanza dell'orlo interno dell'anello al pianeta = 4", 026; la larghezza degli anelli = 7", 589; il rapporto della prima alla seconda di queste quantità = 0, 53; e questo sarebbe secondo O. Struve = 0, 49, Encke e Galle = 0, 57, W. Struve = 0, 64, Bradley = 0,95. Huyghens e Cassini = 1, 18.

Pare che siavi una diminuzione, benchè non così forte e progressiva come ha trovato O. Struve. Bisogna però concedore che queste misure sono assai difficili per la variabilità della terminazione dell'anello interno, che talora è ottima, ma talora è incerta, e l'occhio è perturbato per la vivacità maggiore della luce dell' anello nebuloso con cui confina, onde è facilissimo fare le misure dell'anello interno in eccesso, e quindi che risulti minore il rapporto citato.

È noto essersi mostrato talora nell' anello un' eccentricità relativa al pianeta; ho cercato se questa fosse sensibile, e la sera del 27 dicembre certo era nulla; ma non così può dirsi della larghezza

delle anse, che avevano una differenza sensibile. Ecco la misure originali;

	ansa precedente	*ansa seguente*
doppia mis.	= 1ʳ, 178	1ʳ, 196
	1, 178	1, 197
	1, 177	1, 197
Ridotte	= 8", 605	8", 751

Questa differenza è piccola, ma per l'accordo delle misure dirette non è trascurabile, e non è da omettere d'investigarla meglio. Posteriormente ho fatto qualche altra osservazione, e nella sera del 16 gennaio T. sid. = 6^{ore}, 10 ottenni

ansa precedente = 8", 137 } diff.ª 0", 186 che non è punto
ansa seguente = 8", 323 } trascurabile.

Dalle ricerche finora esposte pare potersi concludere che l'anello oltre una rotazione ed una ellitticità, ha realmente qualche varietà periodica nel diametro assoluto. Queste periodicità possono far cessare i timori di vedere presto spogliato il pianeta di questo bello accessorio, benchè se vogliamo stare alle antiche osservazioni vi paia un restringimento. Ma per quanto vogliansi stimare le osservazioni di Ugenio, non può negarsi che esse siano un poco difettose, come apparisce dai limiti che egli assegna ai diametri di Giove. Esso stesso benchè lodi i suoi cannocchiali, accenna però nel *Systema Saturnium*, che altri ha veduto il pianeta meglio di lui. Forse allude alle osservazioni di Campani, allora celebre ottico. La figura di questo osservatore, che io ho per dir così disseppellita, è di somma importanza; è singolare che assumendosi per diametro del pianeta 17", 8, trovasi per quello dell'anello 39", 67 che è molto vicino al vero, onde la figura vedesi fatta con gran precisione: ora in essa la larghezza dell'anello sta alla larghezza dello spazio oscuro :: 5,44 : 66,0 ben diverso dall'attuale. Notisi che nella figura di Campani vedesi traccia dell'anello nebuloso, e la minor luce all'orlo esterno dell'anello, cose tutte che mostrano la precisione del disegno, onde merita molta considerazione e può far sospettare che abbiano avuto realmente luogo delle mutazioni; ma cercando d'imitare i cannocchiali di Campani, cioè mettendo un piccolo

diaframma all'obbiettivo del refrattore di Merz, e usando ingrandimento debole di circa 100 volte, benchè a me e ad altri pratici dell'oggetto paresse l'anello più largo dell' intervallo oscuro, pure una persona non pratica giudicò francamente il contrario: sarebbe ciò il caso de' primi osservatori? Notai per certo che così la luce agli orli dell' anello, e specialmente dell' interno, resta grandemente indebolita, il che può farlo parere più stretto.

Conclusioni

Ricapitolando il detto finora, possiamo riassumere quanto segue: che cioè

1° la superficie dell' anello non è piana;

2° le varie zone o anelli staccati non sono nel medesimo piano;

3° gli anelli hanno ciascuno una rotazione indipendente, e sono ellittici;

4° che sono soggetti a notabili cambiamenti, e tali da farli paragonare piuttosto ad una massa di fluidi elastici analoghi alle nostre nubi o alle comete, che a veri solidi o liquidi; e da ciò possono pure provenire le variazioni di tinta osservate nelle anse dell' anello nebuloso. La trasparenza ben provata di quest' ultimo anello, può dare una sufficiente prova di questa ipotesi.

Roma, 14 aprile 1856.

SULLA FUNZIONE ELETTRICA DI ALCUNI PESCI;

LEZIONE DI C. MATTEUCCI (a).

Prima di trattare di quei fenomeni elettrici, che sappiamo oggi essere associati colle proprietà vitali del tessuto muscolare in tutti gli animali, stimo utile di premettere lo studio della funzione così detta elettrica di alcuni pesci. Questa funzione, propria di pochi individui, è collegata coll'esistenza di un organo particolare e quasi si potrebbe supporre imaginato dalla natura per offrire al fisico un soggetto di ricerche e di analogie importanti. Poichè lo scopo precipuo di questa lezione è lo studio della funzione propria dei pesci elettrici in generale, e quindi il tentativo di una teoria fisica che comprenda e spieghi, o tutti, o almeno la maggior parte degli effetti di quella funzione; non è nostro ufficio di trattenerci a parlare di ognuno dei pesci stessi, come si dovrebbe fare da un naturalista. E tanto più ci crediamo assoluti da quell'ufficio, che due o tre soli dei pesci che si chiamano elettrici nei libri di storia naturale furono argomento di ricerche fisiche, e che alcuni altri dei pesci stessi furono così giudicati per alcune analogie di struttura organica forse non ben determinata. I pesci elettrici sopra cui studieremo la funzione che li distingue, sono dunque il *Siluro* o *Malapteruro* elettrico del Nilo, l'*Anguilla* elettrica o *Gimnoto* che vive in alcuni fiumi o stagni dell'America Meridionale, e in particolar modo la *Torpedine* tanto comune nei nostri mari.

La prima proprietà dei pesci elettrici di cui ci occuperemo è quella riconosciuta nella *torpedine* fin dai tempi di Aristotile e di Plinio, di far provare ad un animale o all'uomo che li tocca gli effetti della scarica elettrica di una bottiglia di Leida; cioè un dolore particolare, risentito specialmente nelle articolazioni, e quindi una sensazione più o meno passeggiera di torpore e di debolezza nei

(a) Mi sono indotto a pubblicare questa Lezione nel *Nuovo Cimento*, perchè contiene molte nuove esperienze, e perchè credo d'essere riescito ad ordinare tutti i fenomeni della funzione elettrica dei pesci, sotto una teoria semplice e fondata sull'esperienza.

muscoli. Il Redi fu forse uno dei primi ad accorgersi che la *virtù stupefattica* o *dolorifica*, come egli diceva, della torpedine risiedeva specialmente su quei due corpi che chiamava *muscoli falcati* e che oggi si dicono *organi elettrici*. Non vi è difficoltà ad accertarsi che la miglior maniera di risentire più fortemente la scossa della *torpedine* è quella di toccare con una mano una delle faccie del pesce e coll' altra mano l' altra faccia. Per poco che si stringa il pesce così tenuto, se esso è discretamente vivace si ha la così detta scossa, la quale spesso si rinnova più volte di seguito e diviene così assai molesta. Volendo provare la scossa del *gimnoto* che ha la forma di un' anguilla, lunga qualche volta un metro e mezzo e anche più, se ne stringe con una mano la testa e coll'altra mano la coda. In questo modo la scossa è fortissima e paragonabile a quella che si ha da una macchina elettro-magnetica di Clark. Se si avvicinano le mani fra loro la scossa divien sempre più debole, quanto più s'accorcia la porzione del pesce stretta fra esse. Anche dal *siluro*, che è molto più piccolo del *gimnoto*, si ha una scossa forte stringendone colle mani la coda o la testa. Oggi che si sa che la scossa di questi pesci è dovuta ad una scarica elettrica, si comprende facilmente perchè questa scossa è debolissima, se essi sono toccati stando nell'acqua attraverso alla quale si scarica per intero o in gran parte l'elettricità. Convien dunque per provare la scossa come per ottenere tutti gli altri fenomeni elettrici, togliere il pesce dall' acqua in cui si tiene per conservarlo vivo, asciugarlo e posarlo sopra un piano quanto più si può di natura isolante.

Un modo facile per studiare la scossa dei pesci elettrici senza provarne sopra se stesso gli effetti, è quello di distribuire sul suo corpo alcune rane preparate alla Galvani, e meglio ancora alcune rane galvanoscopiche, cioè formate di una gamba a cui è unito il nervo crurale. Così facendo non è raro di vedere di tanto in tanto scuotersi le rane, sopra tutto se le *torpedini* sono molto vivaci. Si può però sempre ottenere il fenomeno, irritando il pesce in un punto qualunque del suo corpo e sopra tutto premendolo sugli occhi o sulle parti laterali del cranio. Anche così si prova, allorchè il pesce è indebolito e si ha cura di ben asciugarlo, che la scarica parte da quella porzione del corpo che corrisponde agli organi elettrici, poichè mentre le rane poste sopra questi organi

si contraggono, nulla avviene nelle rane posate sopra le altre parti del corpo.

La funzione elettrica della *torpedine* è dunque soggetta alla volontà dell'animale, e perchè irritandolo esso risponda colla scarica, è necessario che l'irritazione si trasmetta per i nervi e per la midolla spinale al cervello, lo che è provato se si taglia la midolla spinale in un punto qualunque, per cui non è più seguita dal solito effetto l'irritazione fatta nelle parti inferiori al taglio.

Allorchè il *gimnoto* dà la scarica mentre è nell'acqua, onde uccidere i pesci o le rane che gli si gettano in preda, si nota, come lo ha descritto per la prima volta Faraday, che l'animale si piega ad arco per abbracciare il pesce che vuole uccidere: questo istinto risponde bene allo scopo che è quello di diminuire lo strato liquido che la scarica deve traversare, e quindi d'accrescere la porzione che investe il pesce.

Anche un altro fatto si può addurre per provare come la volontà e l'istinto del pesce regolino la funzione elettrica. Costringendo una *torpedine*, che è fuori dell'acqua e ben asciugata, a ripetere più volte di seguito le scosse, si trova che dopo un certo numero, l'animale s'ostina a rimanere inattivo; e dico si ostina, perchè si è quasi certi di sentire una scossa fortissima al momento in cui si comincia ad immergere nell'acqua quel pesce. Di certo fra le cagioni di questa sospensione della funzione elettrica si deve annoverare, come meglio lo vedremo, l'indebolimento in generale del pesce per esser fuori dell'acqua, e sopra tutto la stanchezza del suo sistema nervoso come ben lo provano i *gimnoti* i quali, dopo aver lottato a furia di scariche coi cavalli che si dibattono negli stagni insieme a loro, vengono poi resi impotenti e galleggiando sull'acqua vanno a riposarsi sulla riva. Ma si può anche supporre con ragione che il corpo dell'animale fuori dell'acqua sia percorso da una porzione della scarica, e quindi dalla scossa che così prova, venga avvertito a non ripeterla. A questo proposito cade in acconcio l'osservazione fatta da Faraday sul *gimnoto*, che cioè, questo pesce non dà che due o tre scariche sole allorchè è toccato con corpi isolatori, mentre ripete più volte la scarica usando dei corpi conduttori. È forse per la stessa ragione che appartengono alla classe dei pesci tutti gli animali dotati della funzione elettrica, e che tutti hanno la pelle fina e non coperta di scaglie.

I primi osservatori avevano creduto, che la funzione elettrica fosse sempre accompagnata da qualche movimento del corpo del pesce, o dalla contrazione dei suoi muscoli; ma la verità si è, che il *gimnoto* e la *torpedine* danno talvolta forti e ripetute scariche senza che vi si osservi alcuno movimento, mentre altre volte si vedono quei pesci agitarsi e contorcersi con violenza senza che essi diano la scarica. Era importante determinare con precisione se nell'atto della scarica il volume del pesce soffre una variazione. Per questa ricerca si pone una *torpedine* viva in una boccia di vetro a bocca larga, piena d'acqua salata nella quale nuotano alcune rane preparate. La bocca della boccia è chiusa con un turacciolo di sughero, attraverso al quale è fissato un tubo sottile di vetro aperto alle due estremità. Per lo stesso turacciolo passano pure due fili di rame coperti di uno strato isolante nella porzione che è immersa nell'acqua, meno che alle estremità, le quali sono in punta e vanno a conficcersi nel pesce nelle parti interposte fra il cranio e gli organi elettrici. S'intende facilmente, che se il vaso è pieno d'acqua e il turacciolo ben fatto, si potrà riescire con una leggiera pressione ad avere il vaso ben chiuso e una colonna liquida sollevata nel tubo. Se allora si congiungono le due estremità esterne dei due fili metallici coi poli di una pila o di una macchina elettro-magnetica, si è certi che in quello istante, e tutte le volte che si fa passare la corrente, la *torpedine* dà la scarica; ma poichè la colonna liquida nel tubo rimane immobile è provato che la scarica della *torpedine* succede senza alcuna variazione nel volume del suo corpo. Poteva accadere, come nei muscoli che si contraggono, che nell'atto della scarica le faccie dell'organo elettrico subissero un avvicinamento o un allontanamento; ma anche questa supposizione fu dimostrata insussistente da una esperienza molto delicata. Una leva formata con un tubo sottile di vetro, a braccio assai disuguali e sospesa delicatamente, era collocata in modo che l'estremità del braccio corto posava sopra la superficie dell'organo elettrico di una *torpedine* viva, e si vedeva la leva rimanere immobile mentre la *torpedine* dava la scarica.

Si può quindi stabilire che la scarica elettrica della *torpedine* avviene senza che l'organo, a quella funzione destinato, e il corpo intero del pesce soffrano alcun cambiamento di volume o di forma.

Ma è oramai tempo che io vi venga descrivendo le esperienze che provano, che la scossa data da quei pesci è veramente una scarica elettrica come quella di una bottiglia di Leida, o di una macchina elettrica. Walsh fu il primo nel 1773, cioè molti anni prima della scoperta di Galvani, a dimostrare che la scossa, che dà la *torpedine* ed il *gimnoto* era l' effetto di una scarica elettrica. L'esperienza di Walsh consisteva nel toccare la *torpedine* o il *gimnoto*, ora immediatamente colle mani, ora con corpi metallici, ora coi così detti isolanti. Nei primi due casi si otteneva la scossa la quale mancava interamente nel terzo caso. Walsh fece di più avendo provato che l'arco conduttore attraverso al quale passa la scarica della *torpedine*, deve toccare con una estremità la faccia dorsale dell'organo elettrico e coll'altra la faccia ventrale, nel modo stesso con cui per scaricare una bottiglia di Leida si fanno communicare insieme le due armature. In tal guisa era dimostrato, che le due faccie dell' organo corrispondono alle due armature o ai poli di quell'apparecchio elettrico. Questa verificazione di Valsh fu in seguito confermata da tutti gl'esperimentatori che studiarono la funzione elettrica della *torpedine;* se non che era rimasta una qualche confusione sulla condizione essenziale per l'arco scaricatore dei pesci elettrici, quella cioè di stabilire un circuito conduttore che deve riunire le due estremità dell'organo elettrico. Allorchè non si ha cura di ben isolare la *torpedine* dal suolo, mettendola sopra un gran piano di resina o sopra una lamina di *gutta-percha*, s'intende facilmente che si prova la scossa toccando con una mano sola la faccia superiore del pesce; infatti se la *torpedine* comunica col suolo, l' arco è formato dal corpo dell'osservatore ed il suolo. Basterà anche per assicurarsi di questa verità, di toccare la *torpedine* non isolata col nervo di una rana galvanoscopica tenuta in mano, giacchè si vede la rana ora contrarsi ora no; mentre il pesce dà la scarica, secondo che si tiene direttamente colle dita, o pure con l'intermedio di un sostegno isolatore. Vuolsi però avvertire che si ottiene la contrazione nella rana, sopra tutto se la *torpedine* è molto vivace, anche quando è sostenuta con un corpo isolante e che la *torpedine* è isolata dal suolo, alla condizione però che il filamento nervoso della rana galvanoscopica sia disteso per un lungo tratto sopra la superficie dell'organo. Questo avviene, come meglio lo diremo in breve, perchè

i diversi punti della stessa faccia dorsale o ventrale dell'organo hanno un grado diverso di tensione elettrica. Anche Humboldt in una bella memoria sul *gimnoto* afferma che, benchè l'animale fosse posato sopra un piano di legno asciutto e isolante, pure si aveva la scossa toccandolo con una mano sola, o colla estremità di un filo metallico tenuto in mano. Devesi però osservare, che forse il modo d'isolamento che Humboldt era costretto ad adoperare, non era perfetto. Si può anche dire che quando le scariche son molto forti, siccome sono quelle della bottiglia o delle macchine elettro-magnetiche molto potenti, è quasi impossibile di ottenere l'isolamento.

Passeremo ora a descrivere i modi con cui si possono ottenere dalla scarica elettrica dei pesci la deviazione dell'ago del galvanometro, la decomposizione elettrolitica, la scintilla e tutti gli altri effetti della corrente.

Si era creduto da primo, che un galvanometro molto sensibile e in cui i giri della spirale fossero perfettamente isolati fra loro, fosse indispensabile per indicare la scarica elettrica della *torpedine*; ma oggi è provato che un galvanometro comune, fornito di un sistema debolmente astatico può servire a quell'effetto. Per ciò si usa di unire le estremità del filo del galvanometro a due lamine di platino, ognuna delle quali è fissata in un manico isolante; è anche più comodo di aver un piatto di rame di 20 centimetri di diametro sostenuto da tre piedi di *gutta-percha* e un altro piatto simile munito di un manico isolante. I fili del galvanometro si fissano a vite ad una appendice saldata ai due piatti e la *torpedine* ben asciugata si tiene stretta fra i due piatti. Per poco che il galvanometro sia delicato, al momento in cui si comincia l'esperienza, l'ago devia per la poca omogeneità delle lastre o dei dischi; ma dopo poco tempo l'ago torna verso lo zero, e anche rimanendo un poco deviato, si vede quando il pesce dà la scarica una deviazione brusca ed istantanea. Il senso di questa deviazione indica, che l'arco esteriore applicato sulle due facce dell'organo della *torpedine*, è percorso da una corrente diretta dalla schiena alla pancia dell'animale. Frequentemente le scariche sono abbastanza forti per alterare il magnetismo del sistema astatico del galvanometro, per cui è utile quando si vede l'ago non tornare al suo posto, di provare con una pila voltaica se vi fu veramente quest'alterazione.

Se si ripete la stessa esperienza sul *gimnoto*, si ottiene pure una forte e brusca deviazione dell'ago, la quale indica, che nel filo del galvanometro la corrente è diretta dall'estremità che tocca la testa a quella che è in contatto della coda, per cui queste due parti dell'animale corrispondono alla schiena e alla pancia della *torpedine*; cioè sono i poli dell' apparato elettrico. Finalmente anche nel *siluro* quei poli si troverebbero alla coda e alla testa; colla differenza però, che la corrente sarebbe diretta all'opposto che nel *gimnoto*; cioè dalla coda alla testa.

Importa di aggiungere che studiando la distribuzione degli stati elettrici sulle due faccie dell'organo della *torpedine* col mezzo del galvanometro, si riscontra facilmente che i punti dell'organo dell'una o dell'altra faccia corrispondenti alla maggior grossezza dell'organo stesso, che sono in prossimità delle branchie, hanno una tensione elettrica maggiore dei punti della faccia stessa che corrispondono alla parte più sottile, e che sono poste verso il contorno del pesce. Questo spiega come si abbia la scarica toccando due punti della stessa faccia dell' organo colle estremità del galvanometro; oppure due punti, l' uno sopra uno degli organi e l'altro sull'altro organo, ambedue sulla stessa faccia, purchè non simmetrici. Da ciò s' intende anche come vi sia contrazione nella nella rana galvanoscopica, benchè isolata dalla mano dell'osservatore, se il suo nervo è disteso per un certo tratto sull'organo della *torpedine*. Facendo uno studio uguale sul *gimnoto* e sul *siluro*, si trova che la scarica cresce d'intensità a misura che, partendo dal mezzo dell'animale colle estremità del galvanometro, si accresce la lunghezza dell'intervallo fra le estremità stesse.

Era importante di osservare gli effetti della scarica della *torpedine*, toccando colle estremità del galvanometro le parti interne dell'organo. Perciò si taglia l'organo normalmente alla sua superficie in maniera da toglierne una parte, sì che la sezione che si scuopre mostri le colonne prismatiche dell'organo. Le estremità del galvanometro, che devono al solito essere di platino, si applicano molto vicine fra loro e prossime al mezzo della sezione dell'organo. Comprimendo il pesce in qualche parte o irritandolo in modo di dar le scariche, si vedrà che la deviazione dell'ago va crescendo a misura che quelle estremità si allontanano fra loro e si accostano alla schiena e al ventre del pesce, essendo però

sempre la corrente diretta nello stesso senso, cioè dalla schiena alla pancia nell' arco del galvanometro. Questo resultato è simile a quello che già dicemmo ottenersi dal *gimnoto*, allorchè partendo dal mezzo del pesce le estremità del galvanometro s'accostano via via l'una alla testa, l'altra alla coda. È facile di verificare questi stessi fatti sostituendo al galvanometro l' uso conveniente della rana galvanoscopica, presa cioè dopo di essersi assicurati che il nervo è solamente sensibile al principio della corrente *diretta* e alla fine dell'*inversa*. Sia che il nervo stia disteso lungo le colonne prismatiche dell'organo della *torpedine*, sia che questo nervo tocchi con due punti soli le basi di queste colonne o immediatamente o attraverso a un piccolo strato di carta bagnata; sempre in tutti questi casi, allorchè vi è la scarica, entra in contrazione la sola rana galvanoscopica, il di cui nervo è disteso sull' organo dalla schiena alla pancia, cioè, che ha la gamba volta verso questa ultima parte.

Dopo quanto abbiamo detto sugli effetti della scarica dei pesci elettrici palesati dal galvanometro, è appena necessario di avvertire, che la scarica di questi pesci è capace di magnetizzare un ago d'acciaio o di ferro dolce, posto in una spirale le di cui estremità toccano le due faccie dell'organo. Diremo piuttosto una parola dell' azione elettrolitica della scarica dei pesci elettrici. Si colloca la *torpedine* fra i due piatti metallici che già descrivemmo, ad ognuno dei quali è unito un filo di platino: il circuito si chiude interponendo fra le estremità libere dei fili di platino una carta bagnata colla soluzione di ioduro di potassio, a cui fu aggiunto un poco di amido. Ad ogni scarica che dà la *torpedine*, si forma una macchia di color quasi nero sotto il filo che communica col piatto posato sulla schiena dell'animale, come accadrebbe se quel filo communicasse col solo positivo di una pila, o coll'armatura interna di una bottiglia nell'atto della scarica. Lo stesso effetto si ottiene dalla scarica del *gimnoto*. In proposito del passaggio della scarica della *torpedine* attraverso di uno stato liquido, osserveremo che se si misura al galvanometro l'intensità di questa scarica fatta passare per uno strato liquido molto lungo ed interrotto da diversi diafragmi di platino, si troverà che questa intensità non soffre quasi alcuna diminuzione per questa resistenza dell'arco liquido percorso, sopra tutto allorchè il pesce è molto gagliardo.

Onde compire l'esposizione degli effetti della funzione elettrica dei pesci, ci rimane a dire della scintilla. Benchè Walsh affermi nella sua memoria sul *gimnoto* di aver ottenuta la scintilla dalla scarica elettrica di questo pesce, pure per lungo tempo non si era potuto più rivedere il fenomeno benchè diverse volte ricercato sul *gimnoto* e sulla *torpedine*, sicchè quasi si credeva impossibile ad ottenersi la scintilla dai pesci elettrici. Convien dire invece che l'esperienza è molto facile a riescire, e che tutta la difficoltà era nell'usare un modo conveniente; giacchè era mestieri che il circuito fosse chiuso e aperto a piccoli intervalli di tempo, onde incontrare più probabilmente il momento della scarica del pesce nella condizione voluta per ottenere la scintilla. Questo modo consiste nell'unire ad uno dei soliti piatti col mezzo di un filo metallico una lima di ferro, e ad avere un filo di rame, amalgamato nell'estremità, unito all'altro piatto. Si colloca la *torpedine* fra i due piatti, si rende oscura la stanza e si frega leggiermente col filo amalgamato la lima, mentre si comprime un poco il pesce col piatto superiore. Non manca mai, così facendo, l'apparizione di una scintilla più o meno viva coi caratteri della luce elettrica, che si produce fra due punte di ferro.

Dopo avere descritto gli effetti generali della funzione elettrica dei pesci, dovremmo passare alla teoria fisica di questa funzione; ma per ciò fare colle necessarie cognizioni, premetteremo brevissimamente una descrizione della struttura degli organi elettrici. Senza entrare in certe particolarità, che non sono anche ben accertate e che spettano alla minuta anatomia, si può ritenere che la struttura elementare dell'organo elettrico è la stessa in tutti i pesci conosciuti, e che questa si riduce ad una piccola massa di un liquido albuminoso contenuto in una cavità di forma prismatica, le basi della quale, molto più larghe dell'altezza del prisma, sono costituite da membrane sottilissime. Se s'imagina di avere molte di queste masse, l'una sopra l'altra, in contatto colle loro basi si concepirà la formazione di quelle colonne prismatiche esagone dell'organo della *torpedine*, che sono contenute in una cavità formata da un tessuto aponeurotico, e che terminano con una estremità all'integumento della schiena e coll'altra all'integumento del ventre. Nel *gimnoto* queste colonne prismatiche sono distese lungo l'asse dell'animale e terminano alla testa e alla coda. Nel

siluro la struttura dell' organo sembra meno regolare che nella *torpedine* e nel *gimnoto*; benchè il liquido che riempie le cellule o gli organi elettromotori elementari abbia le stesse proprietà fisiche e probabilmente la stessa chimica composizione. Se si paragona la massa dei filamenti nervosi che si distribuisce ad un organo elettrico, a quella che apparterrebbe ad un muscolo di egual volume, si riscontra che la prima è molto maggior della seconda. Gli anatomici hanno osservato che i nervi degli organi elettrici dei diversi pesci non sono gli stessi; così per la *torpedine* i nervi dell'organo vengono dal quinto e dall' ottavo paio, mentre nel *gimnoto* sono tutti nervi spinali. Nel cervello della *torpedine* è notevole una grande massa, che sarebbe la quarta dopo quella dei lobi olfatori, dopo i lobi ottici e il cervelletto. Questa massa, che si direbbe un rigonfiamento della midolla allungata, si compone di fibre elementari che si distribuiscono nell'organo elettrico, e in gran parte di quella sostanza, che dicesi grigia o ganglonaria. Le fibre nervose primitive penetrano nelle cellule o negli organi, che chiamammo elementari, e si distribuiscono sulle membrane o sui diafragmi che tagliano normalmente l'asse dei prismi; queste fibre si ramificano in filamenti così sottili da rendersi invisibili ai microscopi i più delicati, conservandosi però sempre a quanto può vedersi distribuiti sui diafragmi. Hunter ha contato in uno degli organi elettrici di una *torpedine* 470 prismi; e si ritiene generalmente che questo numero si verifichi presso a poco in ogni caso, qualunque sia la grandezza dell' animale. Ognuno di questi prismi, come già si disse, è tagliato normalmente da tante membrane o diafragmi sottilissimi; sicchè risulta formato da un certo numero di cellule piene di un liquido albuminoso e sovrapposte l'una all'altra, e gli Anatomici hanno trovato che circa 2000 sarebbero queste cellule, o gli organi elettro-motori elementari per ognuno dei 470 prismi. Nel *gimnoto* i prismi sono molto più lunghi che nella *torpedine*, giacchè per le due masse elettriche principali la lunghezza dei prismi è quasi quella del corpo del *gimnoto*. Si contano in ogni prisma di media grandezza circa 4000 cellule o organi elementari, e circa 40 sono i prismi di ciascuno degli organi elettrici. Da ciò si vede come le cellule elettro-motrici dell'organo della *torpedine* sieno più piccole di quelle del *gimnoto*, ed infatti 10 diafragmi in un prisma di *gimnoto* formano un intervallo

di $1^{mm},530$, mentre lo stesso numero di diafragmi in un prisma di *torpedine* forma un' altezza di $0^{mm},200$. Anche la superficie delle cellule è molto diversa nei due organi, giacchè si calcola di 50 millimetri quadrati per il *gimnoto* e di soli 6 a 8^{mm} quadrati per la *torpedine*. Corrispondentemente a questa differenza nelle dimensioni, e quindi nel numero delle cellule elementari doveva variare la massa nervosa distribuita a quegli organi; cioè quella dell' organo della *torpedine* doveva essere come è di fatto maggiore di quella che si distribuisce nell' organo del *gimnoto*. Abbiamo dunque nell' organo elettrico della *torpedine* le cellule elettro-motrici di dimensioni più piccole, per cui un prisma di quell'organo, quantunque sia circa trenta volte più corto di un prisma dell' organo del *gimnoto*, nulladimeno la somma delle cellule di quel prisma non è che la metà della stessa somma per un prisma dell'organo del *gimnoto*. La somma totale dei prismi dell' organo della *torpedine* è circa dieci volte maggiore di quella dell' organo del *gimnoto*, lo che fà che uno degli organi elettrici della *torpedine* si può dire formato di 940000 cellule e uno degli organi maggiori del *gimnoto* di 192000 cellule; queste ultime hanno un volume che è circa 70 a 80 volte maggiore delle cellule dell'organo della *torpedine*.

Aggiungeremo finalmente che mille parti della sostanza dell'organo contengono 903,4 di acqua, e che il residuo è formato in gran parte di albumina con una piccola porzione di sostanza grassa, forse dovuta alla sostanza nervosa dell' organo.

Bastano questi cenni sulla struttura degli organi elettrici per mostrarvi, che non è sui pesci o sui loro organi elettrici interi che si deve cercare il principio fisico della teoria della loro funzione elettrica, ma che invece conviene studiare la funzione elettrica nella porzione più piccola possibile dell'organo, e così avvicinarsi a conoscere la funzione della cellula elementare. Fortunatamente l'esperienza non è difficile dentro quei limiti in cui si può operare coi nostri apparecchi. Per ciò fare si taglia prontamente, sopra una *torpedine* ben vivace, un pezzo dell' organo che può consistere in un insieme di due prismi o anche di meno, ridotti a un decimo della loro lunghezza. Si collochi questo pezzetto d'organo sopra un piano isolante avendo cura di ricordarsi di quelle basi del pezzetto che corrispondono alla faccia dorsale e centrale

dell'organo. Allora si distendono sopra questo pezzetto e in diverse direzioni due o tre filamenti nervosi di rane galvanoscopiche, e finalmente si ferisce il pezzetto stesso colla punta di un corpo molto aguzzo, che può essere di vetro, d'avorio o anche di metallo. È quasi certo che dopo uno o due tentativi si vedono le contrazioni nelle rane galvanoscopiche. Facendo l'esperienza con più attenzione e con un pezzetto un po' più grande di organo elettrico, la contrazione della rana galvanoscopica ci insegna, che la scarica di questo pezzetto non differisce che per l'intensità, da quella dell'organo intero. Per rendere l'esperienza anche più istruttiva si procura di avere un pezzetto d'organo, al quale sia unito il filamento nervoso che vi si distribuisce, e oltre al distendervi sopra i nervi della rana galvanoscopica si applicano ancora sulle due basi dei prismi le due lamine di platino, unite ai capi del filo di un galvanometro a un grandissimo numero di giri, come è quello di Du Bois Reymond. Per maggior esattezza il nervo del pezzetto dell'organo si tiene sollevato per mezzo di un filo di seta. Irritando il nervo meccanicamente si ha certamente la scarica nel senso solito, che è indicata da una deviazione di 30, o 40 gradi almeno. Ecco poi cosa avviene irritando quel nervo colla corrente d'una piccola pila voltaica, i di cui poli vi sono applicati in modo da essere assolutamente sicuri che questa corrente non può avere alcun'azione sul galvanometro. Fin che il pezzetto d'organo è molto fresco si ha la scarica ogni volta che si irrita il suo nervo colla corrente, e qualunque ne sia la direzione, la scarica è sempre la stessa, cioè è diretta dalla schiena alla pancia nell'arco del galvanometro ed ha luogo nel solo momento in cui si chiude il circuito. Continuando ad agire colla corrente *diretta* nel senso della ramificazione del nervo si ha la scarica dell'organo, solo al momento in cui la corrente comincia, mentre colla corrente inversa la scarica si ha quando questa s'interrompe. Come ben si vede è questa la legge stessa con cui si comportano i così detti nervi motori, irritati colla corrente elettrica. Aggiungerò ancora, che usando qualche cura si può ottenere un pezzetto d'organo al quale sia unito un tronco nervoso, non però quello che penetra nei prismi, ma invece dopo esservisi ramificato, o più esattamente quella porzione di tronco che va a trasmettersi in quella parte, più esterna dell'organo, che fu tolta. Irritando in un modo qualunque questa porzione del nervo

dell'organo elettrico, che chiameremo esterna, non si ottiene mai la scarica.

I fatti sopra descritti bastano, se non m' inganno, a stabilire il principio della teoria fisica della funzione elettrica, che è il seguente: « l'irritazione di un nervo trasmessa nel senso della sua « ramificazione pervenuta alle estremità ultime di queste ramifica- « zioni, e quindi nella cellula elementare dell'organo elettrico, po- « larizza elettricamente questa cellula; l'irritazione nervosa, ana- « logamente all' azione elettro-magnetica, sviluppa in traverso gli « stati elettrici contrari sui diafragmi che sono come le basi di questa « cellula e sui quali i filamenti nervosi estremi si distribuiscono. »

Questo principio, che è il risultato di esperienze rigorose e che ci sembra determinato quanto quello dell'azione elettro-magnetica, dà la spiegazione di tutte le proprietà della funzione elettrica dei pesci. E per cominciare dall' interpretazione delle proprietà del prisma dell'organo elettrico, s'intende bene come, essendo questo prisma formato di un gran numero di cellule sovrapposte, le quali sotto l' irritazione nervosa si polarizzano nel tempo stesso, l'aumento della tensione alle estremità del prisma stesso debba accadere come in una pila di Volta isolata, o in una spirale elettro-dinamica.

S'intende pure come la tensione degli stati elettrici sviluppata in una cellula e quindi nel prisma, sia in rapporto colla massa che compone la cellula, cioè colla quantità di materia polarizzata dall'irritazione nervosa. Quindi deve crescere colla lunghezza e con tutte le dimensioni dei prismi l'intensità della scarica, per cui la parte più grossa dell'organo della *torpedine* dà la scarica più forte dalla parte sottile, ed il *gimnoto* dà una scarica più forte di quella della *torpedine*; non però in proporzione delle lunghezze relative dei prismi dei due pesci, essendo le cellule dell' organo della *torpedine* più sottili e quindi in molto maggior numero per l'unità di lunghezza.

Fondandosi sopra una certa analogia fra le pile voltaiche e gli organi elettrici dei pesci, si potrebbe chiedere se si devono considerare i prismi riuniti, e quali lo sono in natura, come tante pile messe in contatto e che agiscono per superficie; nel qual caso, la teoria ci insegnerebbe, che non vi sarebbe aumento, o vi sarebbe molto piccolo, per l'azione riunita dei prismi stessi. In vece, per

quanto si può dimostrare con esperienze d'altronde molto difficili, essendo costretti ad agire sull'organo intero per conservarlo nello stato di vita e non potendo ricorrere a piccoli pezzi distaccati, sappiamo che, la scarica della *torpedine* tanto nei suoi effetti fisiologici quanto nell'azione elettro-magnetica, aumenta colla estensione delle superficie che formano le estremità dell'arco scaricatore. Siccome non è in alcun modo provato che la polarizzazione della cellula avvenga per la stessa cagione a cui si attribuisce la forza elettro-motrice della pila voltiana, e siccome sappiamo per le esperienze riferite che, non solo ogni prisma, ma anche ogni cellula può essere messa in attività indipendentemente dalle altre, non vedrei difficoltà a concepire che, l'aumento della scarica in proporzione delle superficie dell'organo che sono toccate, sia un effetto della somma crescente delle scariche simultanee quantunque indipendenti dei diversi prismi.

Ci rimane a dirvi di alcune conseguenze del principio assunto per la teoria della funzione elettrica dei pesci, le quali si riferiscono alla relazione necessaria fra l'energia e la perduranza di questa funzione e l'attività delle azioni nervose e dei processi nutritivi dei pesci elettrici.

A questo proposito non è senza interesse di farvi conoscere come nella *torpedine* emani specialmente dal quarto *lobo*, o *lobo elettrico* del cervello, la potenza nervosa che mette in attività l'organo elettrico. L'esperienza si può tentare, ed anzi è più dimostrativa, sopra una *torpedine* molto indebolita e che si direbbe quasi morta. Si taglia prontamente con un rasoio a taglio grosso la faccia superiore del cranio della *torpedine* onde scuoprire il cervello, e si possono allora irritare debolissimamente i diversi lobi del cervello e la midolla allungata. Se l'esperienza è fatta diligentemente non si ha la scarica dell'organo che toccando il quarto lobo, e in questo caso si ha costantemente e diretta al solito, ora dall'organo destro, ora dal sinistro, secondo che si irrita, la massa destra o la sinistra di questo lobo. Si può anche isolare il lobo elettrico dalla midolla allungata e dalle masse encefaliche superiori, senza che per ciò venga meno in esso la proprietà, allorquando è irritato, di mettere in attività l'organo elettrico.

Come conseguenza della teoria esposta sulla funzione elettrica dei pesci merita di essere notato l'aumento della funzione respi-

ratoria della *torpedine* allorchè si costringe a ripetere molte volte di seguito la scarica elettrica. Si fa l'esperienza tenendo due *torpedini* per quanto si può egualmente vivaci e all'incirca dello stesso peso in due masse eguali di acqua di mare, mantenute alla stessa temperatura. Una delle *torpedini* è frequentemente tormentata sotto l'acqua ed obbligata e dare diverse scariche mentre l'altra è lasciata in riposo. Dopo 40 o 50 minuti d'esperienza si analizza l'aria disciolta nelle due acque e costantemente si trova una quantità minore di ossigene nell'aria disciolta nell'acqua della *torpedine* tormentata.

Non meno notevole e facile a concepirsi è l'influenza della temperatura sulla funzione elettrica dei pesci. Se si trasporta una *torpedine* dall'acqua a +18° o 20°C., in cui è stata per qualche tempo, in una massa d'acqua a +4° o anche al di sotto, bastano pochi minuti di questo soggiorno perchè cessino i movimenti respiratori o almeno diventino lentissimi, e sia impossibile di ottenerne la scarica elettrica. Tolta la *torpedine* da quest'acqua e rimessa nell'altra acqua più calda, dopo 10 o 15 minuti essa ripiglia tutto il suo vigore. Queste alternative si possono ripetere più volte di seguito sopra l'istesso individuo. Supponiamo ora di collocare la *torpedine* nell'acqua a +30 o +35°C. e allora la vedremo agitarsi nel liquido, pronta a dar le scariche e darne anche spontaneamente, ma poi dopo pochi minuti cessar di vivere. Questi risultati si spiegano facilmente ricorrendo agli effetti della temperatura dell'acqua sulle funzioni della respirazione e della circolazione del pesce. Col calore queste funzioni divengono più attive e insieme con esse la potenza nervea, ma presto si consuma l'aria disciolta e il pesce muore asfitico.

Egualmente si deve considerare il noto fenomeno della stanchezza che mostrano i pesci elettrici dopo le ripetute scariche, e che è così bene descritto da Humboldt nella sua relazione della pesca dei *gimnoti.* Noi non sappiamo anche se l'organo elettrico della *torpedine* agisca, come si sa oggi accadere di un muscolo allorchè si contrae, cioè se quell'organo in attività consumi una maggior quantità di ossigene di quella che consuma quando rimane inattivo, e fin qui non riescimmo a superare tutte le difficoltà che accompagnano questa ricerca importante. Ma indipendentemente da questa riserva s'intende facilmente come il consumo

della forza nervosa dev' essere grande nel mettere in attività un apparecchio in cui tanti nervi si distribuiscono.

Ricorderemo ancora gli effetti dei veleni così detti narcotici sulla funzione elettrica dei pesci. Questi veleni, cioè, la stricnina, la morfina e l'estratto alcoolico di noce vomica, uccidono la *torpedine* risvegliando prima una straordinaria attività nella funzione dell'organo elettrico, tanto che questo pesce tenuto fuori dell'acqua dà spontaneamente un gran numero di scariche nervose prima di morire.

Un' ultima circostanza di cui parleremo, molto influente sulla funzione elettrica dei pesci, è lo stato d'integrità fisica e forse chimica della sostanza dell' organo elettrico. Operando con certe cautele si può far coagulare l'albumina di uno degli organi senza uccidere il pesce, e a questo si riesce immergendo quell' organo per pochi secondi nell'acqua bollente. Si hanno in quel momento, come già vi dissi, alcune scariche vigorose. Se allora si rimette la *torpedine* nell'acqua del mare per poi ritentarla dopo qualche tempo, si troverà che l'organo, che fu tenuto nell'acqua bollente e di cui l'albumina si era in gran parte coagulata, non dà più la scarica; mentre questa si ha dall'altro organo rimasto nell' acqua. Sopra una *torpedine* che era stata assoggettata all'operazione descritta, e che fu conservata per molti giorni viva in un canale che communicava col mare, si potè ottenere di nuovo la scarica dai due organi, e si osservò che la struttura alterata dal calore pareva repristinata nello stato naturale.

Noi ci lusinghiamo di aver data una spiegazione molto naturale delle particolarità fisiche e fisiologiche della funzione elettrica dei pesci; e questo risultato ci fa credere sempre più alla verità del principio sopra cui quella spiegazione è fondata. Questo principio o fatto fondamentale, che è dedotto immediatamente dall'esperienza, consiste nella polarizzazione elettrica di una cellula ripiena d'albumina sotto l'azione in *traverso* di una corrente nervosa propagata nel senso della ramificazione dei nervi.

Continuando nel campo dell'elettro-fisiologia, vedremo accrescersi l'importanza, e forse la generalità di questo principio, per le analogie intime che scorgeremo esistere fra la funzione elettrica dei pesci e la contrazione muscolare.

SOPRA UN'ESPERIENZA RELATIVA ALLA QUESTIONE DEL PASSAGGIO SIMULTANEO DI DUE CORRENTI ELETTRICHE, DIRETTE IN SENSO CONTRARIO NELLO STESSO FILO METALLICO;

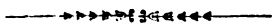
NOTA DI C. MATTEUCCI.

In varie occasioni il nostro Giornale ha reso conto degli studii che si sono fatti recentemente sopra questo argomento, dai quali ci è parso non si potesse trarre altra conclusione che la impossibilità di decidere, almeno colle esperienze fatte sino ad ora, se quel passaggio simultaneo sussisteva o no, potendosi i fatti conosciuti spiegare tanto ammettendo quel passaggio, come supponendo che le due correnti circolino riunite nello stesso senso, ed applicando a questo caso le note leggi delle correnti derivate. Dicemmo anche le ragioni in favore di questa seconda supposizione. Immaginiamo di avere due elementi di Grove e di riunire assieme i due platini e i due zinchi. Con questa disposizione non vi è nessun segno di corrente elettrica nel circuito, nè vi è zinco ossidato e disciolto nell'interno delle due pile, se queste hanno la stessa forza elettro-motrice. Per spiegare questa mancanza di effetti si può dire che due correnti contrarie ed eguali circolano nelle pile, oppure che le due elettricità non possono svolgersi e circolare in quel caso, nel modo stesso in cui non vi è corrente fra una lastra di zinco ed una di platino che non si toccano insieme, benchè sieno immerse nello stesso liquido. Volendo ammettere che le due correnti circolano in senso opposto, bisognerebbe anche ammettere che sopra ognuno dei zinchi avviene l'ossidazione, e che nello stesso tempo per l'azione elettrolitica vi è trasportata e risolidificata la stessa quantità di zinco. Supposizione molto improbabile, e in qualche modo contraddetta dal fatto scoperto dal De la Rive, che gli elettrodi di platino si disgregano e si convertono in una polvere fina di platino, allorchè servono a trasmettere in un liquido correnti indotte alternativamente di senso opposto. Un'altra obbiezione è la mancanza degli effetti calorifici in un filo di platino disposto in modo da poter servire, secondo questa supposizione, a trasmettere due correnti uguali in senso contrario. Infatti, se facilmente s'intende perchè non vi è

alcuna azione elettro-dinamica o elettrolitica, che emani da un circuito che si suppone percorso da due correnti uguali e contrarie, è tutto altro che dimostrato che anche il riscaldamento, che per tutto quello che si sa è indipendente della direzione della corrente, debba anch'esso cessare in quel caso. Rimaneva a tentare la stessa esperienza usando la rana galvanoscopica, giacchè diversi esperimentatori che hanno studiato l'azione fisiologica delle correnti indotte e opposte, non sono giunti a risultati concordi. Ecco l'esperienza molto semplice e facile a realizzarsi da chi possiede un apparecchio, oggi comune in molti gabinetti di Fisica, e che ho chiamato *induzionometro differenziale* (1). Consiste quest'apparecchio in tre spirali piane, eguali, fissate parallellamente fra loro e che si possono avvicinare o allontanare, rimanendo sempre i loro centri sopra la stessa retta orizzontale. La spirale di mezzo sia l'indotta e le due spirali laterali siano le inducenti nelle quali si fa circolare la corrente della pila in maniera che l'induzione venga a neutralizzarsi. Avendo nel circuito indotto un galvanometro molto delicato, ed usando la solita ruota doppia d'interruzione, si può raggiungere il punto d'equilibrio con molta esattezza e rendere l'apparecchio sensibilissimo, tantochè il più piccolo spostamento delle spirali si renda manifesto. Allora si apre il circuito della spirale indotta e l'interruzione formata viene riunita per mezzo dei nervi di una rana. Onde preparare convenientemente questa rana, dopo essere stata come suol dirsi *preparata alla Galvani*, si taglierà l'unione delle due ossa del bacino in modo d'avere le due membra riunite fra loro solamente dai due nervi crurali che sono attaccati ad un pezzo di spina; allora le due estremità del circuito indotto nel punto dell'interruzione si mettono in contatto, l'una di uno dei nervi e l'altra dell'altro nervo della rana. Per questa disposizione se vi fossero due correnti che circolassero insieme per i nervi della rana, si vedrebbero le contrazioni nei due membri, perchè vi sarebbe una corrente *diretta* per ognuno di essi. Ho fatto l'esperienza usando una corrente inducente di 10 pile di Grove, oppure una scarica di una boccia di Leida, ed ho trovato che quando vi era equilibrio per l'ago del galvanometro *anche la rana non dava alcun segno di contrazione*. Bastava di muovere una delle spirali, di avvicinarla

(1) Matteucci, *Cours spécial sur l'induction*, etc. pag. 45.

cioè o di allontanarla dalla spirale indotta, perchè subito insorgessero le contrazioni.

Non intendiamo con quest'esperienza, la quale ci dice che in un circuito esposto a due azioni induttrici eguali e contrarie non vi è induzione, che sia dimostrato che due correnti opposte non possano simultaneamente svilupparsi e circolare nello stesso filo; ma crediamo però che essa offre un argomento contro questa supposizione. Infatti è conosciuto che un nervo è eccitato da una scarica o da una corrente istantanea, se è diretta nel senso delle sue ramificazioni, mentre non produce quest' effetto se lo percorre in senso inverso. Nella esperienza descritta, ammettendo l'ipotesi in questione, ognuno dei nervi dev'essere percorso simultaneamente da una corrente *diretta* e da una eguale ma *inversa*, e per la legge elettro-fisiologica suddetta, la prima dovrebbe eccitare la contrazione, ciò che non è.

NOTA ALL' ARTICOLO DI WARTMANN SULLA CORRISPONDENZA TELEGRAFICA SIMULTANEA FRA DUE STAZIONI COMUNICANTI CON UN SOLO FILO CONDUTTORE; DI C. M.

(*Archives des Sciences physiques et naturelles* di Ginevra, *marzo* 1856)

Il signor Wartmann espone tre diversi modi coi quali si può ottenere una corrispondenza simultanea fra due stazioni telegrafiche comunicanti fra di loro con un solo filo conduttore. La spiegazione scientifica che egli dà di questo fatto coincide con quella da noi esposta nel tomo 1° p. 235 di questo Giornale, e in generale ne sottopone la possibilità alle due seguenti condizioni:

1° Che i ricevitori telegrafici o *relais* di ognuna delle due stazioni sieno costantemente nel circuito;

2° Che essi non siano messi in azione dalla corrente di linea della propria stazione.

La prima condizione rimane soddisfatta coll'introduzione del *relais* nel circuito fra un polo della pila di linea e la terra; e la seconda con un secondo filo moltiplicatore avvolto alle elettro-ca-

tamite del *relais*, destinato a ricevere la contro-corrente che deve neutralizzare sul *relais* stesso l'effetto della corrente della linea.

Il modo con cui si ottiene questa neutralizzazione varia in ognuno dei tre differenti casi che il sig. Wartmann espone.

Nel primo caso è adoperata una pila locale che può essere di un solo elemento, e di cui si chiude il circuito con un secondo punto di contatto fra una punta o una vite metallica isolata nella leva del tasto e un bottone parimente metallico posto al di sotto sul suo piano, nello stesso tempo in cui si abbassa la leva per chiudere il circuito della pila della linea. L'introduzione della pila locale con questa disposizione e con questa destinazione nelle macchine telegrafiche, è dovuta al signor Gintl il quale l'ha applicata soltanto ad un sistema di macchine elettro-chimiche. Sul modo esposto dal signor Wartmann per l'applicazione ad un sistema di macchine telegrafiche qualunque, osserveremo che la disposizione delle comunicazioni non ci sembra corrispondere perfettamente allo scopo della corrispondenza simultanea. Infatti se nel tempo in cui la stazione B speditrice, tien chiuso il circuito della pila della linea per fare il suo segno, la stazione A ricevente muove il suo tasto per fare essa pure il suo, nell'intervallo necessario per portare la leva del tasto dalla posizione ordinaria di ricevimento a quella di trasmissione, la stazione A interrompe il circuito della stazione B e turba la trasmissione del di lei segno.

Nel secondo e nel terzo dei casi esposti dal signor Wartmann la neutralizzazione della corrente della pila della linea nel *relais* della stazione speditrice si ottiene con una derivazione della corrente della pila stessa nel suo secondo moltiplicatore, e colla introduzione nel circuito derivato di un reostata, che oppone una resistenza uguale a quella della linea. Ambedue le disposizioni sono molto semplici e corrispondono perfettamente allo scopo, e la terza di esse lo è ancor più; giacchè sopprime nel tasto ordinario la comunicazione all'estremità della leva fra il filo della linea e il *relais*, che si fanno comunicar fra loro direttamente per mezzo del pernio della leva stessa.

Aggiungeremo per ultimo una osservazione che risguarda in generale il vantaggio di tutti i modi più o meno ingegnosi, più o meno sicuri, che sono stati proposti per ottenere la simultanea corrispondenza di due stazioni telegrafiche col mezzo di un sol

filo conduttore. Accade spesso, e di certo molto più spesso che il bisogno della corrispondenza simultanea fra due uffizi prossimi come conviene supporli, che sia necessario al ricevente d'interrompere il mittente per qualche segno imperfettamente dato o inteso, lo che suppone quel primo libero di rispondere e di ripetere il segnale non inteso, o piuttosto quello che fu l'ultimo inteso.

SULLA LEGGE DI LENZ, E SOPRA ALCUNE RECENTI ESPERIENZE DEL PROF. MATTEUCCI SULL'INDUZIONE ELETTRO-DINAMICA;

NOTA DI R. FELICI.

Stato della questione.

1. Nel tomo primo, pagina 325, di questo giornale si dimostrò ciò che segue: Se ds è un elemento di un circuito filiforme s, se ds' è un simile elemento di un circuito inducente s', e se r è la distanza fra i due elementi, la forza elettro-motrice indotta da ds' in ds nell'istante in cui viene chiuso il circuito s', è espressa dalla formula elementare

$$-k\left(\frac{d^2r}{dsds'}+\frac{1}{r}\frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\right)ds\,ds',$$

ove k è una costante proporzionale alla corrente inducente.

La somma delle forze elettro-motrici indotte da s' in s sarà dunque espressa dall'integrale.

$$k\iint\frac{1}{r}\frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}ds\,ds';$$

giacchè, essendo sempre chiuso s', il primo termine della formula elementare darebbe un integrale nullo ai limiti di s'. Per semplicità indicheremo con $\underset{(s)}{P}$ il valore assoluto (cioè astrazion fatta dal segno che lo precede) dell'integrale precedente esteso da zero ad un valore qualunque di s, e lo chiameremo col Neumann e col Weber *potenziale*.

2. Se i circuiti s' ed s stanno permanentemente chiusi, la somma delle forze elettro-motrici indotte in virtù di un cangiamento nelle posizioni relative e forme dei due circuiti, sarà espressa da

$$-P''_{(s)} + P'_{(s)},$$

$P'_{(s)}$ e $P''_{(s)}$ essendo i valori del potenziale relatívi alla prima ed all'ultima posizione occupate dai due circuiti.

3. Nel caso di un circuito filiforme s indotto e aperto (ossia nel caso di una sola porzione di un circuito filiforme), che si muove in presenza del corpo inducente, si potrà dare che le estremità di detto circuito non comunichino assieme col mezzo di un conduttore intermedio in riposo, ed in modo che vi possa essere circolazione di corrente: oppure si darà che durante il movimento le dette estremità si appoggino strisciando sopra una superficie conduttrice. Questo secondo caso soltanto può discutersi esperimentalmente, e di questo solo abbiamo trattato nel citato giornale; ma prima d'intraprenderne la discussione esperimentale, avremmo potuto procedere nel modo seguente.

In primo luogo potremmo avvertire che, nello stato attuale delle nostre cognizioni, *non si può ammettere forza elettro-motrice indotta in un elemento qualunque di un corpo, senza che vi sia un contemporaneo cangiamento di distanza o di orientazione* (di posizione relativa in generale) *dell'elemento stesso riguardo al corpo inducente.*

In secondo luogo saremmo condotti ad ammettere, procedendo nella analisi dei fatti, che *quando vi ha cangiamento nelle posizioni relative di due parti che formano un circuito indotto, in modo che l'una strisci sull'altra, cangiando continuamente i loro luoghi di contatto, si sviluppino in quei luoghi stessi delle forze elettro-motrici*, le quali seguirebbero le leggi che si trovano esposte nel citato tomo di questo giornale, a pagina 333 e seguenti.

4. Sarebbe superfluo il riportare qui nuovamente quelle leggi; rammenteremo soltanto che, per soddisfare ad esse la somma algebrica delle forze elettro-motrici indotte, nel caso in cui un circuito filiforme e aperto s si muove strisciando sopra una superficie conduttrice, considerata immobile, si comporrà di due somme fra loro distinte.

Una di queste somme sarà relativa alle forze indotte in virtù del semplice cangiamento di posizione del conduttore s avanti al corpo inducente; e sarà sempre data dalla differenza fra i due potenziali, come nel paragrafo 2°.

L'altra somma sarà relativa alle forze eccitate in virtù del semplice strisciamento fra le due parti dell'intiero circuito indotto; e sarà algebricamente espressa dalla differenza fra i due potenziali respettivamente relativi alle due curve tracciate dalle estremità del conduttore s durante il suo moto. Così indicando con ι', ι'', queste due ultime curve la anzidetta somma totale, che chiameremo M vien data da

$$M = -\underset{(s)}{P''} + \underset{(s)}{P'} - \underset{(\iota')}{P'} + \underset{(\iota'')}{P''} .$$

Finalmente si avverte che i segni algebrici di tali quattro potenziali sono fra di loro combinati in modo, che M sia zero nel caso al quale si riferisce la esperienza descritta a pagina 335 del citato tomo di questo giornale (1).

5. È rimarcabile che, partendo dalla nota ipotesi del Neumann, si arriva precisamente allo stesso valore algebrico di M (2). Se non che, mentre nel sin qui esposto, il valore di M si trova ridotto ai soli due primi potenziali, quando il circuito aperto s si muove senza strisciare colle sue estremità sopra l'anzidetta superficie (3), secondo il Neumann invece M conserverebbe anche in quest'altro caso gli altri due potenziali. Ma siccome quest'ultimo caso *per i circuiti filiformi* non può essere esperimentato, essendochè non può circolare corrente nel conduttore, così potremo dire ciò che segue:

(a) Siccome il valore algebrico di M è dedotto dalla sola esperienza (4), e siccome esso coincide *per tutti i casi esperimentabili dei circuiti filiformi* colla teoria del Neumann, così resta esperimentalmente dimostrato che per tutti questi ultimi casi la teoria del Neumann conduce necessariamente, *integrazioni fatte*, a dei resultati conformi all' esperienza.

(1) *V.* T. III degl'Annali dell'Università Toscana.

(2) *V.* Mem. dell'Accad. di Berlino dell'anno 1845.

(3) Ossia non vi è ragione, per ora, per conservare a M anche gli altri due potenziali, stando alla sola esperienza.

(4) Per stabilire detto valore nulla obbliga di passare per le premesse indicate alla fine del paragrafo 3°.

(b) La teoria del Neumann, essendo fondata sulla nota legge del Lenz, si potrà ritenere questa rigorosamente dimostrata per tutti i circuiti indotti e filiformi, per ciò che riguarda la direzione della corrente indotta, quale si può nei singoli casi prevedere che circoli nell'intiero circuito in comunicazione col galvanometro secondo la legge medesima; ma dessa legge non rimane rigorosamente dimostrata relativamente all'uso che se ne potrebbe fare onde determinare il luogo ove sono eccitate le forze elettro-motrici durante l'azione induttiva.

6. Ecco esposto in poche parole lo stato generale della questione. Ecco esposte le formule relative al caso dei circuiti filiformi; le quali essendo ricavate dall'esperienza, e adoperate per calcolare le correnti, che nei rispettivi casi si misureranno nel galvanometro, si troveranno sempre perciò vere, qualunque cosa sia della legge del Lenz, della teoria del Neumann, o dell' intima causa della induzione.

Passiamo ora a vedere nei seguenti paragrafi, quali conseguenze, concordi o no coi fatti nello stato attuale della scienza, porta con sè l'applicazione della teoria del Neumann al caso generale della induzione in un corpo di forma qualunque, cioè non più *filiforme.*

Esperienze che servono a dimostrare, che non vi può essere indotta generalmente forza elettro-motrice in un elemento di un conduttore, senza un contemporaneo cangiamento nella distanza o nella orientazione dell'elemento stesso, relativamente al corpo inducente (1).

7. Se si fa ruotare un conduttore, di forma qualunque, intorno l'asse di una calamita cilindrica, e se vi si posano sopra gli scandagli del galvanometro, si ottiene, mentre il conduttore striscia così sotto gli scandagli che restano immobili, una corrente, le leggi generali della quale si trovano già indicate nelle memorie di Faraday, Weber, Lenz e Neumann. E su questo soggetto potrà il lettore consultare il bel trattato di Elettricità di A. De La Rive, a pagina 436. Si rimarca nella anzidetta esperienza, che non vi è cangiamento di posizione fra la calamita e gli elementi del circuito indotto.

(1) Si fa astrazione dalle correnti indotte all'aprire od al chiudere del circuito inducente.

Il prof. Matteucci variò recentemente quella esperienza in diversi modi molto interessanti, come si può vedere nel suo *Cours spécial sur l'induction etc.* . . . Del resto il fenomeno è assai noto; noi stessi ne abbiamo trattato nel sopra citato giornale, e qui sarebbero inutili maggiori schiarimenti sulle sue leggi generali; basti il dire (*a*) che *la somma delle forze elettro-motrici, generate durante la ruotazione di quel conduttore, è unicamente proporzionale alla differenza fra i coseni degli angoli che le due rette, che congiungono il polo influente della calamita con gli scandagli del galvanometro, fanno con l'asse di ruotazione*; il quale nel nostro caso è pure l'asse della calamita. Per enunciare la legge nel suo modo più semplice, se non il più generale, abbiamo supposta sottile la calamita e con un suo polo ad una distanza grandissima dal conduttore. Ben s'intende che *detta somma è pure proporzionale alla velocità di rotazione del conduttore, non prendendo detta velocità in senso assoluto, ma relativamente al circuito del galvanometro, che riman fermo; cosicchè detta somma rimarrebbe la stessa tenendo fermo il conduttore di forma qualunque, ed invece ruotando il circuito del galvanometro in senso contrario e con eguale velocità di quella che prima apparteneva al conduttore stesso*. La ruotazione della calamita intorno al suo asse non influisce nell'esperienza.

8. Tale esperienza diede origine ad una elegantissima memoria del Lenz, in cui enunciò la legge che porta il suo nome. E questa legge diede alla sua volta origine alla nota teoria del Neumann; teoria ultimamente accettata come cosa di una verità quasi di per se stessa evidente dal celebre fisico di Ginevra, nel suo trattato di Elettricità teorico-pratico.

9. Secondo la legge del Lenz, interpretata come lo esige la teoria del Neumann, e come si rileva dall'anzidetto trattato di Elettricità, bisogna necessariamente ammettere che *quando un elemento di un corpo indotto ruota, senza cangiar mai distanza od inclinazione relativamente ai poli ed all'asse della calamita cilindrica sopra descritta, possa esservi indotta una forza elettro-motrice; ciò pel semplice fatto di tal ruotazione, per una semplice analogia fra il moto di quel corpo e quello di ruotazione di una corrente attorno ad una calamita*. Ed anche *deve bastare*, secondo la detta teoria, *che quel moto di ruotazione sia soltanto relativo*, onde la forza indotta sia la stessa, allorchè invece del conduttore è la calamita che ruota attorno il suo asse.

Vogliamo su questo proposito citare le seguenti parole del Neumann.

Vi è induzione in un circuito aperto per la semplice ruotazione del polo (punto matematico) *di una selenoide* (1). Si parla della ruotazione di tal punto intorno a sè.

Un polo magnetico (di selenoide come più sopra) *può senza cangiar di posto, ma semplicemente ruotando attorno a se stesso, indurre una corrente* (2).

10. Secondo la teoria del Neumann, secondo il De La Rive, ecc... e prendendo il caso di un disco ruotante attorno l'asse della calamita che, col suo prolungamento, passa per il centro del disco stesso, si arriva a dire che durante la ruotazione del disco sono indotte nella sua massa delle forze elettro-motrici, le quali sono dirette secondo i raggi del disco, e sono uguali ad ugual distanza dall'asse di ruotazione; e tali forze, per ogni elemento del disco, sono *in ragione inversa del quadrato della distanza dal polo influente* (se l'altro polo è lontanissimo), *e proporzionali al seno dell'angolo, che la distanza stessa fa col raggio del disco condotto a quell'elemento.*

Una tale distribuzione di forze elettro-motrici, ugualmente attorno ad un centro, rende evidentemente impossibile, la circolazione di correnti nel disco in questione; le correnti circoleranno e si manifesteranno al galvanometro, quando gli scandagli di questo poseranno sul disco.

11. Per le note teorie della diffusione delle correnti, di Ohm e Kirckhoff, universalmente accettate, si dovrebbe credere che la corrente, che si ottiene al galvanometro in quelle esperienze, dovesse dipendere: 1° dalla distanza fra gli scandagli del galvanometro, e dalla distanza fra gli scandagli stessi ed il centro del disco: 2° dalla forma del conduttore ruotante, in generale: 3° si dovrebbe pur credere che tale corrente variasse allorchè, invece del conduttore di forma qualunque, ruota il circuito del galvanometro. Ora tutte queste previsioni sarebbero deluse giusta quello che dicemmo nel paragrafo 7°; solamente si riscontra che *nel solo caso di un circuito filiforme*, ove non è questione della diffusione delle correnti indotte, l'esperienza non offre nulla in contrario a

(1) Jour. de Mat. de J. Liouville, t. XIII, pag. 134.

(2) *Idem*, pag. 173.

quelle tre suddette previsioni; vale a dire, che la teoria di Ohm e Kirckhoff combinata con quella del Neumann non conduce, in quel caso, a risultati discordi all'esperienza.

12. Il prof. Matteucci si esprime nel modo seguente nel suo *Cours spécial sur l'induction etc.*

« J'ai substitué au disque continu un autre disque semblable qui » avait été fendu en un grand nombre de secteurs bien séparé entre » eux, et les courants induits obtenus étaient les mêmes pour la » direction et pour l'intensité. En dernier lieu, je n'ai plus laissé » qu'un trés-petit disque au centre et un anneau concentrique sur » les quels s'appuyaient les deux extrémités du conducteur: en » faisant communiquer ensemble le disque et l'anneau avec un fil » de cuivre, les resultats ont été les mêmes que ceux obtenus dans » les deux dispositions précédentes. Cet anneau et le disque du cen- » tre peuvent être remplacés par un disque de bois ayant au bord » et au centre deux cavités que l'on remplit de mercure et qu'on » fait communiquer avec le galvanomètre. En faisant tourner un fil » de cuivre qui touche, d'une part, le centre, et de l'autre l'an- » neau de mercure, et en ayant le disque posé avec son centre sur » l'axe d'un électro-aimant, on a les mêmes courants induits (1).

« Il n'y a pas d'induction dans une masse métallique d'une forme » quelconque fixée extérieurement à l'aimant inducteur, si celui-ci » ne fait que tourner autour de son axe (2).

« . . . . induction peut s'obtenir sans réaliser les conditions » dans lesquelles la rotation magnétique a lieu, . . . (3).

13. Le esperienze citate del prof. Matteucci sono molto concludenti, perchè la influenza della forma del corpo indotto nelle intensità e direzioni delle correnti che si diffondono sul corpo stesso, è dimostrata fino dalle prime esperienze di Arago, quando questo fisico sostituì un disco tagliato radialmente ad un disco continuo. Il primo di questi due dischi non aveva che debolissima azione per trascinare con sè l'ago calamitato.

E per rispondere alle obbiezioni che si rilevano nel paragrafo 12° contro tal modo del Neumann di interpretare il fenomeno, come si dovrà intendere che funzionino gli scandagli del galvanometro?

(1) Cours spécial sur l'induction, pag. 68.
(2) *Idem*, pag. 82. (3) *Idem*, pag. 80.

Ammettiamo che in un corpo di forma qualunque le correnti indotte in ogni elemento si diffondino nel rimanente del corpo, in modo da formare dei sistemi di correnti; e sin qui crediamo che ci troveremo d'accordo con tutti i fisici. Ciò posto potremo adottare o no, per avere le leggi di tale diffusione, la teoria di Ohm e Kirckhoff (1).

Nel primo caso, adottando la teoria dell'Ohm e Kirckhoff, la legge (*a*) del paragrafo 7° dovrebbe esprimere la differenza di stato elettrico fra due luoghi qualunque del corpo; il che è *precisamente impossibile* secondo la teoria stessa, stando alle sue formule e condizioni fondamentali.

Nel secondo caso, non adottando la teoria anzidetta, dovremmo immaginare un'altra teoria che ne tenesse luogo; il che dovrebbe farsi ben chiaramente, prima d'intraprendere la spiegazione del fenomeno; e questa teoria, della diffusione delle correnti in un conduttore di forma qualunque, dovrebbe essere tale, da far risultare il fenomeno come nascente dalla propagazione delle correnti dal corpo ruotante agli scandagli del galvanometro; mentre l'intensità della corrente totale osservata avrebbe a risultare indipendente dalla *forma*, dalla *massa* del corpo ruotante, sia che si trattasse della ruotazione del corpo di forma qualunque, sia del circuito del galvanometro. Una tal teoria sarebbe infinitamente ingegnosa, non vi ha dubbio, ma crediamo che nessun matematico si metterebbe all'opera per crearla.

14. Finalmente suppongasi pure che gli scandagli non facciano

(1) Il Kirckhoff, negl'annali del Poggendorff, riprese analiticamente la teoria di Ohm e la corredò di esperienze estremamente semplici ed ingegnose, e tali che nessuna teoria in Fisica può valutare un accordo maggiore con le formule teoriche. Il Kirckhoff trattò il caso di un disco nel caso in cui i poli di una pila vi fossero applicati sui bordi. Ma nel tomo V del *Giornale di Matematiche* pubblicato in Roma dal Chiar.° Prof. Barnaba Tortolini si trova, nelle mie memorie, trattato non solo il caso del disco, ma anche quello di una sfera solida e qualunque siano i luoghi del loro interno ove si intendano applicati i poli della pila. Le formule che trattano di questi casi sono esprimibili sotto forma finita, e danno luogo a dei teoremi verificati dipoi esattamente dall' esperienza. Nel secondo tomo della Elettricità del sig. De la Rive si trovano i begli estratti che il Verdet fece dei lavori del Kirckhoff del Smaasen, nel t. X degl'*Ann. de Chimie et de Phys.*

che *assorbire* (espressione antica) le correnti indotte nei luoghi immediatamente toccati. Ma anche con tale ipotesi si cade nell'assurdo; perchè allora come si vede nel paragrafo 10°, la legge delle correnti ottenibili al galvanometro sarebbe data dalla differenza fra le due forze elettro-motrici indotte nei due luoghi toccati dagli scandagli; e queste forze sarebbero respettivamente proporzionali al seno dell'angolo che la retta, la quale misura la distanza dell'elemento toccato al polo influente, fa con l'elemento medesimo, e sarebbe in ragione inversa del quadrato della stessa distanza. Così si avrebbe per detta corrente una legge contraria all'esperienza. Di più si avverte che, secondo la esperienza, il detto angolo non può influire sulla corrente che si ottiene nel galvanometro.

15. Non crediamo che prima delle esperienze del prof. Matteucci si sia mai tanto discusso il fenomeno in questione, ma però le conseguenze alle quali arrivò il Neumann nella sua teoria, citate nel paragrafo 9°, bastavano da se sole a dar molto da riflettere ai Fisici prima di prendere come certa la teoria del Neumann.

Fino a che ci si trova nel caso di un circuito filiforme, l'anzidetta teoria non offre resultati discordi dall'esperienza; ma nel caso di un corpo di forma qualunque, ove le correnti si diffondono secondo tutte e tre le dimensioni, è impossibile di far a meno di calcolare tale diffusione prima di concludere sulla verità di tale teoria. D'altronde quando mai, la rotazione di una calamita cilindrica attorno al proprio asse, fu capace di eccitare delle correnti in un corpo immobile? Se tali correnti vi fossero, non ci sarebbero esse svelate dalle azioni elettro-magnetiche fra la calamita ed il corpo conduttore? Si dirà forse che un corpo di forma qualunque ci offre il caso di un *circuito chiuso*, vi siano o no gli scandagli del galvanometro applicati? Ma se tali circuiti chiusi, *di correnti*, si formano durante la ruotazione della calamita, ciò non impedisce che in generale non si propaghino correnti al galvanometro; ciò darà soltanto ragione dell'assenza di un moto di rotazione, non di traslazione, eccitato a distanza dalla calamita. Si dirà, che anche nel caso di un corpo di forma qualunque, tutto si passa circa alla diffusione delle correnti, come se fosse un circuito *filiforme;* vale a dire che in ogni luogo del corpo stesso si distruggono, nel nostro caso, scambievolmente tutte le correnti indotte negli altri luoghi, *qualunque sia la forma del corpo?* Ma che sorta di teoria della diffusione delle correnti

sarebbe quella? Sarà la stessa di cui abbiamo discorso alla fine del paragrafo 13°.

16. Tutto il sin qui detto ci porta forse necessariamente ad ammettere come dimostrato dall'esperienza, ciò che è esposto alla fine del paragrafo 3°? Si dovrebbe ammettere che, quando vi ha cangiamento nelle posizioni relative di due parti che formano un circuito indotto, in modo che l'una strisci sull'altra cangiando continuamente i loro punti di contatto, si sviluppino in quei luoghi stessi delle forze elettro-motrici, pel semplice effetto di tale cangiamento fra la superficie di contatto in presenza di un corpo inducente?

Sarebbe incompatibile collo stato attuale delle nostre cognizioni, l'attribuire tale corrente o forzà elettro-motrice eccitata, alla variazione nello stato interno di equilibrio magnetico di un elemento, allorchè passa istantaneamente a far parte del circuito del galvanometro, o per meglio dire, quando passa a contatto di un nuovo conduttore?

Non affermiamo nulla di tutto questo; diciamo soltanto che per ora è impossibile dimostrare il contrario. Non affrettiamoci neppure a dire, che la teoria del Neumann non potrà esser mai generalizzata al caso di un corpo di forma qualunque; modificandola convenientemente, ciò sarà forse possibile. Quello che è certo si è, che la legge del Lenz e la teoria del Neumann potranno apparentemente prestarsi ad ordinare la generalità dei fatti dell'induzione; ma solo per quel poco che per ora è stato messo nei trattati di Fisica, e tenendosi a delle idee abbastanza generali per non incontrarsi in alcun dettaglio che forzi a precisare meglio la teoria, e pei soli circuiti filiformi.

Stiamo alla sola esperienza. Essa ci dà le formule per calcolare le correnti indotte indipendentemente da ogni ipotesi; sia per il caso dell'aprire o del chiudere il circuito inducente, sia per quello del moto dei circuiti aperti o chiusi, purchè filiformi, e sia per le scariche indotte dalla bottiglia di Leida. Di più i resultati che si ricavano da quelle formule, generalizzate al magnetismo di ruotazione, sono concordi all'esperienze conosciute (1).

17. La questione qui trattata non sarà mai risoluta che studiando le leggi delle correnti indotte nei corpi di forma qualunque; e non

(1) T. III degli Annali della Università Toscana.

è di quelle questioni dove basti il partire dalle semplici idee generali per darci una ragione plausibile dei fenomeni. Una gran parte almeno della teoria analitica del fenomeno è stabilita, e non se ne può fare astrazione nei diversi casi; mentre le apparenze del fenomeno stesso tendono sempre a complicarsi, a cagione delle leggi della propagazione delle correnti in un conduttore.

Lungi da noi l'idea di non riconoscere l'importanza grandissima dei bellissimi lavori di Lenz, di Weber e di Neumann; ma altro è l'accettare quei lavori come un passo considerevole verso la spiegazione del fenomeno, e come un rimarchevole riavvicinamento delle leggi dell'induzione ai fenomeni elettro-dinamici e magnetici, altro è il prenderli *alla lettera*; come se fosse possibile di rappresentare con essi la generalità intiera dei fatti, per credersi di poi autorizzati a trascurare l'applicazione di un metodo esperimentale, al quale *in ogni modo* si sarebbe dovuto aver ricorso, ed al quale tanto deve la fisica moderna per i lavori di Ampère.

SULLE LEGGI DELLE SCARICHE INDOTTE DALLA BOTTIGLIA DI LEIDA;

ESPERIENZE DI R. FELICI (1).

1° Noi abbiamo moltissime ragioni per credere che le azioni a distanza fra i circuiti percorsi dalla scarica della bottiglia di Leida, debbono essere esattamente analoghe a quelle che si palesano fra i circuiti voltaici; nondimeno sono ancora da desiderarsi delle esperienze che direttamente generalizzino la nota teoria di Ampère al caso dell'elettricità della macchina. Per i fenomeni di induzione elettro-dinamica il confronto fra le leggi delle correnti indotte all'aprire od al chiudere del circuito voltaico, e le leggi delle scariche indotte dalla bottiglia è molto più facile che nel caso citato; e tale confronto forma lo scopo delle seguenti esperienze.

(1) I risultati principali del seguente lavoro furono già da me enunciati in altri luoghi, ma il lavoro stesso non è stato ancora pubblicato in alcun giornale di fisica.

L' applicazione del metodo seguito da Ampère nella sua teoria dei fenomeni elettro-dinamici ci conduce prima di tutto a verificare se un conduttore filiforme e sinuoso, ossia serpeggiante attorno una curva qualunque, ha la stessa azione di un conduttore semplicemente steso sulla detta curva, sia per indurre una scarica nell' istante in cui è percorso da quella della bottiglia, sia per esservi in lui indotta una scarica nel caso in cui esso faccia parte del circuito indotto. Esperienze di questo genere richiedono una somma cura nelle condizioni di *isolamento e di continuità* dei fili conduttori, ed ecco come le ho istituite.

2° Formai con dodici regoli di legno, di circa due centimetri di diametro, ed uniti assieme, i dodici lati di un paralellepipedo rettangolo a base quadrata e di circa quaranta centimetri di altezza. Tale paralellepipedo mi doveva servire di telaio, per avvolgervi attorno i fili conduttori; e perciò ne copersi con uno strato di cera lacca, o coibente, i quattro spigoli o regoli, che ne figuravano l'altezza.

Ciò fatto presi un filo di rame di circa cinque millimetri di diametro, e tutto *di un sol pezzo*, vale a dire non composto da diversi pezzi uniti saldandoli o attortigliandoli assieme colle loro estremità. Avvolgendo questo filo attorno al paralellepipedo e girando in un verso, feci un rettangolo i cui lati erano rettilinei; poi discendendo, collo stesso filo, per venti centimetri, e girandolo in verso contrario di prima, feci un secondo rettangolo simile, ma coi suoi lati serpeggianti o sinuosi. Una delle estremità di tal filo era in comunicazione coll' interno, e l'altra coll' esterno di una batteria, composta da sei bottiglie di Leida al più, le cui armature erano, per ogni bottiglia, di 11, 5 centimetri di diametro, e di 17, 0 di altezza. L'elettrometro di Henley serviva a misurare le scariche inducenti.

Con tale disposizione, quei due giri mi rappresentavano due circuiti inducenti, i quali erano in tutte le condizioni perfettamente uguali.

Nel punto dove detto filo non serviva che a far comunicare fra di loro e colla batteria i due detti circuiti induttori, le sue due parti erano tenute stese in linea retta e paralelle, alla distanza di un centimetro fra di loro; tutto ciò fu eseguito col mezzo di pezzetti di cera lacca, adoprati però nel minor numero che fosse possibile.

Tale ultima precauzione era indispensabile onde non avere a considerare l'azione a distanza del filo che non formava i due circuiti inducenti; e non potevo qui, come nel caso della corrente voltaica, avvoltolare assieme quelle due nominate parti del filo stesso.

Fra quei due rettangoli, ad egual distanza da essi e con altro filo, pure *tutto di un sol pezzo*, ne eseguii un terzo, destinato ad essere l'indotto; usando anche per questo, tutte le precauzioni usate per i due primi. Le due estremità di questo secondo filo terminavano, ad una certa distanza dall' apparecchio, colle due estremità di una piccola spirale. Questa spirale era stata fatta avvolgendo attorno di un cannellino di vetro, a pareti grosse, un filo di rame coperto di seta, e stato ricoperto ancora da uno strato di grossa vernice coibente, che penetrava fra spira e spira della spirale. La lunghezza di questa spirale era di centimetri 5, e il suo diametro di 5 millimetri.

Per osservare se la scarica della batteria aveva indotta una corrente, o scarica, nel filo indotto, ponevo un ago di acciaio (da cucire) nell'asse della spirale, ossia dentro il cannellino di vetro, e dopo la scarica lo posavo sopra di un piccolo sostegno, davanti all'ago superiore di un sistema astatico da galvanometro; cercando s' era possibile, col mezzo della repulsione sul sistema astatico, di scoprire se l'ago era stato magnetizzato dalla scarica indotta. Bene s' intende che, prima della scarica, l'ago era scelto in modo che fosse allo stato naturale; vale a dire che nessuna delle sue due estremità valesse a respingere il sistema anzidetto. La lunghezza dell' ago era di centimetri 4,5 e la sua grossezza di 0,1. Il resultato delle esperienze fu il seguente:

1° Se il circuito indotto era ad ugual distanza dai due inducenti, percorsi dalla stessa scarica, ma in senso contrario, l'ago della spirale non acquistava il più piccolo magnetismo.

2° Se il circuito indotto era, anche lievemente, più vicino all' uno che all' altro dei conduttori inducenti, l'ago rimaneva magnetizzato nella direzione in cui lo avrebbe magnetizzato il circuito inducente più prossimo all' indotto.

3° Piccole variazioni nella media distanza del circuito indotto dagl' inducenti, bastavano per dare all'ago un magnetismo tale da respingere fino a quaranta gradi dalla sua posizione di equilibrio il sistema astatico.

Queste esperienze dunque dimostrano, che il noto teorema del conduttore sinuoso si applica anche al caso della forza inducente, che un conduttore filiforme acquista quando è percorso dalla scarica della bottiglia di Leida; forza che ha per resultato d' indurre una consimile scarica in un altro conduttore, pure filiforme, che gli è prossimo.

Onde nella esperienza precedente non si introducano errori, conviene assicurarsi che durante la scarica non vi è scarica laterale sensibile, sia dai circuiti indotto ed inducente ai loro sostegni, ossia al suolo, sia da un punto ad un altro di un medesimo circuito. Sono utili a tale effetto le già indicate precauzioni, ed il proporzionare, in certa guisa, la intensità delle scariche alla lunghezza ed al diametro del filo inducente. Saremo sicuri che non vi è scarica laterale (o, per meglio dire, derivazione della scarica dal filo inducente), quando ripetendo più volte, a modo di prova, la stessa scarica nella oscurità, e difendendosi gli occhi dal troppo vivo bagliore della scintilla della batteria, non si osserveranno scintille lungo i fili conduttori.

Con tali precauzioni saremo sicuri di ottenere in esperienze del genere della citata, dei risultati costanti, non cadendo in anomalie analoghe a quelle la prima volta avvertite dal Savary.

Finalmente come altra necessaria precauzione avvertiamo, che nella scarica converrà avvicinare lentamente la pallina dello scaricatore a quella della batteria, ed arrestarsi appena ottenuta la prima scintilla. Altrimenti operando, l'ago della spirale (nel caso in cui le scariche indotte non fossero uguali e contrarie) sarebbe magnetizzato dalla prima scarica, e la seconda che si otterrebbe avvicinando di più lo scaricatore alla batteria, non trovandolo più allo stato naturale, potrebbe forse col suo effetto complicare il fenomeno in guisa da indurre in errore lo sperimentatore.

3° È noto che il teorema del conduttore sinuoso, conduce ad assegnare la formula elementare

$$i\left(\cos.\varepsilon + h.\cos.\theta.\cos.\theta'\right)\frac{ds.ds'}{r^{n}},$$

che rappresenta nel nostro caso la forza elettro-motrice indotta da un elemento filiforme ds inducente sopra un simile elemento ds' indotto nell'atto della scarica. Le lettere contenute nella for-

mula hanno il solito significato che ad esse si attribuisce nella nota teoria *des Phénomènes electrodynamiques*, nella ben nota formula che rappresenta la forza attrattiva o repulsiva fra i due elementi.

Rimane ora da determinarsi i valori delle costanti *h* ed *n*.

4° Per determinare tali valori facilmente col metodo esperimentale sopra descritto si dimostra che anche per il nostro caso, come per quello delle correnti indotte dall'istantanea chiusura del circuito voltaico, ha luogo il teorema seguente:

« La intensità delle correnti indotte nel caso di due anelli uguali, « indotto ed inducente paralelli, e coi loro centri sulla normale « comune ai loro piani, variano proporzionalmente ai diametri de« gli anelli, quando le distanze di questi variano nello stesso tempo « proporzionalmente ai diametri stessi ».

L'avvolgere dei fili conduttori attorno ai cilindri per formarne tali anelli mi avrebbe condotto ad un imperfetto isolamento; così preferii di sostituire a tali anelli dei quadrati uguali, e non solamente in piani paralelli, ma ancora paralelli coi loro lati. E questo lo potevo fare facilmente, giacchè detto teorema sussiste anche per poligoni qualunque.

Dei paralellepipedi retti a base quadrata, come dissi nel paragrafo 2°, ne formai dunque due, ma l'uno di una base doppia di quella dell'altro, e li posi a considerevole distanza fra di loro. Attorno a ciascheduno di essi avvolsi, colle già indicate precauzioni, con un sol giro il filo che doveva essere percorso dalla scarica. Poi presi sul paralellepipedo più piccolo una distanza dal filo inducente a piacere, di dieci o cinque centimetri, dalla quale avvolsi sullo stesso paralellepipedo con un giro solo il filo che doveva essere l'indotto. Tale distanza la raddoppiai per il paralellepipedo più grande, e invece di avvolgervi un sol giro ne avvolsi in quest'ultimo due giri del filo da indursi.

Ripeto per il rimanente dei fili, che non erano avvolti ai paralellepipedi, tutte le già indicate precauzioni. Un solo filo *di un sol pezzo* formava il totale circuito indotto, cioè formava durante il suo intero tragitto i giri anzidetti e le loro comunicazioni. Un solo filo *di un solo pezzo* formava parimente tutto il circuito inducente. Il senso secondo il quale girava il filo indotto era lo stesso nei due paralellepipedi; ma la stessa cosa non era per il filo inducente; così le correnti indotte separatamente e nello stesso istante

nei due parallelepipedi erano opposte fra di loro, e si venivano a distruggere nei loro effetti nella spiralina magnetizzante, che abbiamo descritta. Giacchè, tutto essendo disposto come abbiamo detto, tali correnti indotte dalla scarica erano uguali fra di loro; vale a dire l'ago inserito nella spiralina disposta come si disse nel circuito indotto, non rimaneva magnetizzato nell'istante della scarica.

Basterà alterare lievemente le relazioni di distanza fra quei circuiti per avere nella spiralina magnetizzante il predominio forte di una delle due correnti.

5° Il teorema che veniamo dal dimostare dà alla costante n il valore $n = 1$. Così la stessa formula, la stessa legge, regola la induzione, sia per le correnti voltaiche, che per quella della scarica della bottiglia. Questo resultato è, a nostro credere, di grande interesse. Il sig. Loret ha ultimamente fatte delle ingegnosissime esperienze, le quali in parte tendono esse pure ad estendere tali analogie fra la scarica e la corrente della pila (1).

6° È noto che variando le resistenze dei circuiti, interponendo dei liquidi, variando le cariche inducenti, le superficie delle armature delle batterie ecc.... si varia anche la direzione della scarica indotta. Ma nelle nostre esperienze tali condizioni non influirono sui nostri resultati; perchè i nostri circuiti inducenti erano sotto le stesse condizioni di resistenze, e di scariche; e così pure gli indotti. Lo studio di queste ultime accennate condizioni è al certo estremamente importante, ma frattanto il problema generale da trattarsi è stato infinitamente semplificato dalle qui descritte esperienze. Forse questa è la via per arrivare esperimentalmente a renderci ragione della singolar forma che presenta l'espressione analitica dell'azione attrattiva o repulsiva, o dell'induzione, fra due elementi di due circuiti qualunque.

(1) Pel valore dell'altra costante che entra nella formula veggasi t. I, pag. 327 di questo Giornale.

RICERCHE SULLA SOLUBILITÀ DEL SOLFATO DI BARITE NELLE SOLUZIONI ACIDE DILUITE; DI E. SIEGLE.

Fino dal 1847 (1) il prof. Piria aveva osservato, che l'acqua acidulata con acido idroclorico o nitrico, quale comunemente si adopera per lavare il solfato di barite nelle determinazioni analitiche precipita per l'addizione di qualche goccia di acido solforico, o d'una soluzione di cloruro di bario, ed aveva concluso da ciò che il solfato di barite era, contrariamente a quello che fino allora si riteneva, un poco solubile negli acidi diluiti. Non essendo stato da quel tempo in poi tenuto conto dai Chimici di quella osservazione, come si rileva dall' ultima edizione del pregevole Trattato di Analisi chimica quantitativa di R. Fresenius (2), egli volle sul finir dell'anno decorso incaricarmi di esaminare ulteriormente questo soggetto.

Ho perciò incominciato dal fare alcuni saggi qualitativi, impiegando solfato di barite precipitato con acido solforico puro da una soluzione di cloruro di bario cristallizzato, e lavando il precipitato con acqua bollente fino a che l'acqua filtrata non dava più la reazione de' cloruri. Ho diviso il precipitato in tre parti, che ho lavato separatamente con acqua a caldo, ed a freddo con acido idroclorico puro diluito a 103° D. con acqua distillata; con acido nitrico diluito a 102° D., e con acido acetico puro della concentrazione di 102° D. Saggiando i liquidi ottenuti con soluzione di cloruro di bario e di solfato di soda, si sono prodotti intorbidamenti visibili con questi due reattivi, il che dimostrava che le soluzioni dei tre acidi, della concentrazione in cui ordinariamente si impiegano nelle determinazioni quantitative, avevano la proprietà di disciogliere un poco di solfato di barite.

Ciò fatto, mi sono proposto di determinare in quale quantità il solfato di barite fosse solubile nelle soluzioni suddette. Prima però ho voluto fare alcune altre esperienze per ispiegare un fatto osservato nell'eseguire i saggi precedenti. Le acque di lavatura del

(1) *Il Cimento*, anno v. 1847, pag. 257.
(2) Anleitung zur quantitativen etc. Breunschweig 1854.

solfato di barite contenenti acido nitrico ed acido acetico davano col nitrato d'argento indizio manifesto di contenere cloro. Era perciò da determinare donde provenisse questo cloro. Esso poteva derivare dai filtri, quantunque fossero stati lavati accuratamente con acqua bollente, oppure poteva essere contenuto nel precipitato. Per vedere quale dei due casi si verificasse, ho lavato con acqua acidulata con acido nitrico i filtri, che erano già stati perfettamente lavati con acqua bollente, ed ho osservato, che la carta cedeva agli acidi una certa quantità di cloro, non eliminabile con acqua semplice, e contenuto nel tessuto organico in uno stato che mal potrebbe precisarsi. Su questi filtri ho ripetuti i saggi con nuovo solfato di barite ed ho osservato, che anche in questo caso gli acidi nitrico ed acetico diluiti contenevano cloro, dopo aver servito per lavare il solfato di barite. Questa esperienza dimostra che il solfato di barite ottenuto precipitando con acido solforico il cloruro di bario, ritiene del cloro anche dopo essere stato lavato accuratamente con acqua bollente, e non lo cede che ai liquidi acidi. Era naturale di ricercare in quale stato questo cloro accompagnasse il solfato di barite: due soli casi potevano presentarsi. Esso poteva esistervi allo stato di acido idroclorico proveniente dalla decomposizione del cloruro di bario coll'acido solforico, o da una piccola quantità di cloruro di bario sfuggito alla decomposizione. Per decidere quale dei due casi si verificasse, ho preparato del solfato di barite precipitando del cloruro di bario puro con un eccesso di acido solforico, e facendo bollire per circa un quarto d'ora la soluzione: il precipitato accuratamente lavato con acqua è stato arroventato per 10 minuti, e poi lavato con acqua bollente acidulata con acido nitrico. Il liquido acido conteneva al solito sensibili quantità di cloro. Da ciò sembra potersi dedurre, che il cloro non può trovarsi nel solfato di barite allo stato di acido idroclorico, ilquale si sarebbe volatilizzato nell'arroventamento, ma vi si deve rinvenire allo stato di cloruro di bario; ed è un fatto veramente singolare, che un eccesso d'acido solforico, anche a caldo, non decomponga completamente questo sale.

Per determinare quale fosse la quantità di cloruro di bario ritenuto dal solfato di barite, formato in presenza del suddetto cloruro, ho preparato col processo sopra indicato del solfato di barite puro, ho lavato il precipitato prima con acqua distillata, poi con acido nitrico diluito, ed ho precipitato la soluzione con nitrato d'argento.

Ecco i risultati ottenuti:

1. Solfato di barite precedentemente arroventatò, grammi 1,125 diedero 0,003 di cloruro d'argento.

2. Solfato di barite arroventato gr. 1,066 diedero 0,003 di cloruro d'argento (1).

Se si ammette che il cloro ottenuto era combinato al bario, si ha che cento parti di solfato di barite ritengono 0,198 secondo la prima, e 0,209 secondo l'ultima esperienza di cloruro di bario. In media può ritenersi, che la quantità di cloruro di bario che rimane unita al solfato di barite sia di 0,2 per 100.

Questo fatto che fino a qui non era stato avvertito, potrebbe rendere ragione del piccolo eccesso di acido solforico, che l'esperienza fornisce confrontata colla teoria, quando si precipita questo acido dai liquidi che lo contengono per mezzo del cloruro di bario.

Se invece di precipitare il cloruro di bario coll'acido solforico, si adopera un solfato, come ad esempio il solfato di soda, si osserva che il solfato di barite formato ritiene anche in questo caso una piccola quantità di cloruro di bario.

Nel determinare la solubilità del solfato di barite negli acidi diluiti, ho tenuto conto delle osservazioni sopra esposte, adoperando sempre del solfato di barite precedentemente lavato con acido nitrico diluito finchè non era eliminata ogni traccia di cloro.

1. Ho fatto un' esperienza con acido idroclorico a 103° D. impiegando 168 c. c. di questo liquido, e facendo bollire in esso per cinque minuti gr. 0,577 di solfato di barite puro. Ho filtrato il liquido freddo e l'ho evaporato in un crogiuolo di platino pesato. Dall'aumento di peso ho dedotto la quantità di solfato di barite che si era disciolto, e che ascendeva a gr. 0,0075.

2. Ho impiegato in questa esperienza 230 c. c. di acido idroclorico a 102° D., Facendo bollire in esso gr. 0,679 di solfato di

(1) Siccome era impossibile separare il precipitato di cloruro d' argento dal filtro, come suol farsi nelle determinazioni di questo genere, trattandosi di così piccola quantità, ho calcinato il precipitato assieme col filtro, e per eliminare l'errore che avrebbe potuto provenire dalla riduzione del cloruro, ho aggiunto dopo la calcinazione una goccia di acido nitrico, ed evaporata questa, una goccia di acido idroclorico; arroventando di nuovo il crogiuolo ho trovato che non aveva luogo variazione di peso, ciò che ho verificato in quattro esperienze diverse.

barite puro, per circa un quarto d'ora, e filtrando il liquido ottenuto bollente, ho determinato nel modo sopra descritto il solfato di barite disciolto, il quale ascendeva a gr. 0,048.

3. Ho riscaldato per un quarto d'ora gr. 0,400 di solfato di barite con 150 c. c. di acido nitrico a 102° D. Il liquido evaporato ha fornito gr. 0,165 di solfato di barite.

4. Gr. 0,400 di solfato di barite sono stati riscaldati per un quarto d'ora con 80 c. c. di acido acetico a 102° D. Il liquido conteneva gr. 0,002 di solfato di barite disciolto.

Prima di fare le determinazioni precedenti, mi sono assicurato che evaporando a secchezza l'acqua distillata, acidulata coi diversi acidi in quantità sensibilmente eguali a quelle che poi impiegava nell'esperienza, non fornivano residui ponderabili.

Da questi risultati si deduce, che nelle diverse condizioni in cui è stato operato in queste quattro esperienze, si sono rispettivamente disciolte le seguenti quantità di solfato di barite, riferite a cento parti del sale impiegato:

1.ª Esp.	1, 299.	(Acido idroclorico a 103D. 168c.c.)
2.ª »	7, 022.	(Acido idroclorico a 102D. 230c.c., soluzione filtrata, bollente)
3.ª »	4, 125.	(Acido nitrico a 102D. 150c.c.)
4.ª »	0, 500.	(Acido acetico a 102D. 80c.c.).

Dalle ricerche sopra esposte risulta:

1. Che il solfato di barite precipitato dal cloruro di bario coll'acido solforico ritiene una piccola quantità di cloruro di bario indecomposto, non ostante che si operi a caldo e con un eccesso di acido solforico. Questo cloruro di bario non può essere eliminato, che dalle soluzioni acide, ed ascende a circa 0,2 p. 100 del solfato di barite formato.

2. Che, come il professore Piria aveva osservato, il solfato di barite si scioglie nelle soluzioni acide in quantità sensibili, e tali da doverne tener conto nelle operazioni analitiche esatte.

3. Che l'acido da consigliarsi per lavare il solfato di barite è l'acido acetico, il quale anche allo stato diluito discioglie bensì questo sale, come lo dimostrano le esperienze qualitative e quantitative eseguite, ma in quantità minore degli altri acidi.

NOTA SULLA PREPARAZIONE DELLO ZUCCHERO D'UVA ALLO STATO DI CHIMICA PUREZZA; DI E. SIEGLE.

Abbisognando il dottore Bertagnini per alcune esperienze particolari di zucchero d'uva purissimo, mi sono proposto di preparargli questo prodotto, trasformando nel modo usualmente impiegato l'amido in zucchero. Non ho potuto però dallo sciroppo dolce ottenuto in questa operazione ricavare dello zucchero d'uva cristallizzato, non ostante che lo abbia sottomesso a diversi trattamenti alcolici. A capo di alcuni mesi lo sciroppo suddetto ha depositato dei cristalli mammellonari molto scuri, che difficilmente si spogliavano per mezzo dell'alcole della materia viscosa che ad essi aderiva. Trattando lo zucchero d'uva commerciale proveniente dalla Francia (materia che non si può avere fra noi, che con molta difficoltà), non ho potuto nemmeno da questo ottenere un prodotto della purezza richiesta.

Onde ottenere l'intento ho cercato allora se fosse possibile di separare in un modo semplice lo zucchero d'uva cristallizzato che si trova nel miele, dallo zucchero incristallizzabile che lo accompagna; e vi sono riuscito senza adoperare il solito metodo dei trattamenti alcolici, che in generale non fornisce risultati molto soddisfacenti.

A tal effetto ho scelto la specie di miele commerciale, che contiene maggior quantità di grani cristallini, e l'ho disteso in strati sottili sopra mattoni porosi ben asciutti. A capo di alcune ore il miele comincia a scolorirsi, e dopo due o tre giorni esso è trasformato in una materia bianca composta di cristallini risplendenti, intieramente spogli del liquido bruno che li accompagnava. Raccogliendo il prodotto, disciogliendolo a bagno maria in circa sei volte il suo peso d'alcole ordinario e filtrando la soluzione, lo zucchero cristallizza in mammelloni bianchi come la neve. Se la soluzione alcolica fosse un poco colorata, basta trattarla con una piccola quantità di carbone animale per renderla affatto incolora. Ponendo la massa cristallina ottenuta per alcune ore sull'acido solforico, essa perde qualche traccia d'alcole che riteneva, e fornisce un pro-

dotto perfettamente inodoro, facile a polverizzarsi e costituito da zucchero d'uva al massimo grado di purezza. Il miele ordinario fornisce a questo modo circa il quarto del suo peso di zucchero puro.

Evaporando a bagno maria una soluzione acquosa contenente quantità equivalenti di cloruro di sodio e di questo zucchero, si ottiene subito la nota combinazione $C^{24}H^{24}O^{24}$, NaCh, 2HO in bei cristalli trasparenti, bianchissimi; mentre che collo zucchero non affatto puro, questa combinazione non si ottiene se non dopo molto tempo.

Pisa, 25 aprile 1856.

METODO PER CONOSCERE LA PUREZZA DEL CINABRO;

DI F. ORSINI.

Secondo le asserzioni di Stein (1) il cinabro si scioglierebbe negli idrosolfati dei solfuri di sodio e di potassio, per cui facilmente si potrebbe riconoscere la sua purezza, saggiandolo con tali dissolventi.

Avendo il dottore Bertagnini impiegato questo metodo per esperimentare la purezza di alcune specie di cinabro commerciale, si accorse che questo processo non conduceva all'intento; giacchè nè i prodotti saggiati nè il solfuro di mercurio puro si discioglievano negl'idrosolfati dei solfuri alcalini (2). Egli mi consigliò allora di fare nuove ricerche, per determinare le precise condizioni nelle quali il solfuro di mercurio si scioglie nei solfuri alcalini; condizioni che fino a qui non erano abbastanza conosciute.

Onde non essere indotto in errore nei resultati che avrei otte-

(1) *Nuovo Cimento*, II, p. 471.

(2) Nell'articolo di Stein del N. Repert. für Pharm. t. IV, pag. 562 si trovano le seguenti parole: *schwefelwasserstoff-schwefelnatrium* (wohl auch-Kalium) den Zinnober schon in der Kälte mit dersemlben Leichtigkeit, wie Wasser den Zucker löst. C. B.

nuto dalla facile alterazione che subiscono i solfuri alcalini per l'azione dell'aria, ho cominciato dal prepararmi appositamente i reattivi che mi proponeva adoprare. Il solfuro di potassio l'ho preparato disciogliendo una parte di potassa caustica in due di acqua, dividendo la soluzione in due volumi uguali e mescolandoli poi dopo averne saturato uno con idrogeno solforato; per l'idrosolfato di solfuro di potassio ho saturato semplicemente con idrogeno solforato una soluzione di potassa fatta nelle stesse proporzioni della precedente. La soluzione di solfuro di sodio l'ho ottenuta disciogliendo una parte di solfuro di sodio cristallizzato in due parti di acqua distillata, e l'idrosolfato saturando una parte della soluzione con un eccesso d'idrogeno solforato: per le soluzioni dei solfuri di ammonio ho impiegato una soluzione d'ammoniaca concentratissima, che ho trasformato in solfuro ed in idrosolfato allo stesso modo. Ciò fatto ho introdotto una certa quantità delle soluzioni sovra mentovate in altrettanti tubicini da saggio chiusi con tappi di sughero, ed ho aggiunto a ciascheduna di esse una piccola quantità di cinabro purissimo polverizzato: esso si è sciolto immediatamente nelle soluzioni dei protosolfuri di potassio e di sodio, mentre è rimasto indisciolto nei corrispondenti idrosolfati, e nel solfuro d'ammonio. Aggiungendo nuove quantità di cinabro ai solfuri di potassio e di sodio, questi continuavano a discioglierne formando soluzioni limpidissime, mentre gli altri liquidi, nè per una agitazione prolungata, nè per un contatto di 24 ore, non disciogllevano quantità sensibili del solfuro di mercurio. Aggiungendo acido idroclorico in eccesso alle soluzioni di cinabro nei protosolfuri di potassio e di sodio, si formavano dei precipitati abbondanti di solfuro di mercurio nella modificazione nera; aggiungendo egualmente un eccesso di acido idroclorico alle soluzioni degl'idrosolfati di solfuro di potassio e di sodio, e del solfuro d'ammonio hanno precipitato dello zolfo, ma non quantità sensibile di solfuro di mercurio.

Ho ripetuto gli stessi saggi col solfuro di mercurio nella modificazione nera, preparato decomponendo il cloruro di mercurio con un eccesso d'idrogeno solforato, ed ho notato gli stessi fenomeni precedentemente osservati; che cioè, il solfuro si discioglieva in certa abbondanza nelle soluzioni dei protosolfuri di potassio e di sodio, e non era sensibilmente disciolto dagli altri quattro solventi adoprati.

Operando a caldo si manifestano le medesime reazioni che hanno luogo a freddo; se non che le soluzioni dei solfuri di potassio e di sodio saturate a freddo di cinabro, presentano la curiosa proprietà, allorquando si fanno bollire, di precipitare una parte del solfuro metallico che contenevano disciolto, trasformato in solfuro nero cristallino; un'altra porzione rimane disciolto, e si precipita solo quando si aggiunge alla soluzione dell'acido idroclorico. Da queste esperienze risulta che il solfuro di mercurio, sia allo stato di cinabro, sia allo stato di solfuro nero, non si discioglie in quantità sensibile negli idrosolfati dei solfuri alcalini, contrariamente a quello che Stein aveva asserito; ma si discioglie assai abbondantemente nel solfuro di sodio, e meglio ancora in quello di potassio.

Per determinare la quantità di cinabro che si discioglie nella soluzione del solfuro di sodio, fatta nelle proporzioni sopraindicate, ho pesato una quantità di questa soluzione fatta di recente, e dopo averla saturata a freddo con solfuro rosso di mercurio, ho aggiunto ad essa un eccesso di acido idroclorico; l'ho fatta poi bollire per espellere ogni traccia d'idrogeno solforato, e quindi ho raccolto il solfuro nero che si era precipitato sopra un filtro precedentemente pesato, ed ho disseccato il tutto in una corrente d'aria calda. Da $8^{gr},545$ di soluzione ho ottenuto $0^{gr},8095$ di solfuro di mercurio; da cui si deduce che una soluzione di solfuro di sodio (contenente la metà del suo peso di solfuro di sodio cristallizzato), discioglie gr. 5 per cento di cinabro; il solfuro di potassio ne discioglie una quantità anche maggiore.

Per volere adoperare in pratica queste reazioni affine di riconoscere la purezza del cinabro ho fatto uso di solfuro di potassio preparato come da prima ho indicato, ed ho aggiunto a piccole quantità per volta il cinabro che voleva saggiare, agitandolo fortemente in contatto del liquido: se il prodotto è puro si ottiene una soluzione limpida come l'acqua, se no le impurità rimangono come residuo. Saggiato a questo modo il cinabro che si trova in piccoli pacchetti sotto il nome di *Cinabro della China*, il suo bel color rosso sparisce immediatamente, e rimane una quantità abbondante di una materia bianca polverulenta, che sperimentata coi reattivi ho trovato essere solfato di calce.

Sperimentando il cinabro che si trova in commercio col nome di *Bhincort Vermillion*, ho veduto che solo in parte si discioglieva

formando un liquido scuro, nel quale si precipitava subito una polvere bruno-violacea cristallina. Siccome avevo osservato che il solfuro di mercurio, a cui appositamente avevo aggiunto del minio, presentava gli stessi fenomeni, ne ho concluso che questa specie di cinabro fosse adulterato con minio; si trova di fatti che facendolo bollire con una soluzione di zucchero acidulato con acido nitrico (che discioglie facilmente il minio), e filtrando il liquido si trova in esso disciolto del nitrato di piombo. Se il cinabro fosse adulterato con del colcotar, questo corpo rimarrebbe indisciolto e si riconoscerebbe per i suoi caratteri fisici e chimici.

Il prodotto che porta in commercio il nome di *Cinabro d'Olanda*, si scioglie quasi completamente nel solfuro di potassio, ed è perciò il solfuro di mercurio commerciale il più puro.

La facilità con cui il solfuro di mercurio si discioglie nei solfuri alcalini, mi ha fatto sospettare che si formassero delle combinazioni definite fra il solfuro metallico e questi solfuri. Allo scopo d' isolare queste combinazioni, ho messo ad evaporare nel vuoto sull'acido solforico delle soluzioni di solfuro di potassio e di sodio sature di solfuro di mercurio, ed ho veduto che dopo breve tempo la soluzione del solfuro di potassio si rapprendeva in una massa cristallina formata da lunghi aghi bianchissimi e risplendenti, e la soluzione del solfuro di sodio, dopo un tempo più lungo ,formava pure una massa cristallina costituita da grossi cristalli bianchi e trasparenti.

Dall' esame fatto su queste sostanze risulta, che esse costituiscano le combinazioni cercate di solfuro di mercurio funzionante da solfoacido coi solfuri alcalini che sono le solfobasi. Le proprietà singolari di queste combinazioni mi hanno stimolato a determinarne la composizione, però per difficoltà inerenti alla decomponibilità di questi prodotti, non sono ancora riuscito a stabilire con sicurezza, ma spero poterla far conoscere tra breve.

SUL TEOREMA FONDAMENTALE DELL'INDUZIONE ELETTROSTATICA;

NOTA DEL PROF. A. NOBILE (1).

Tutti sanno che, messo in presenza di un corpo elettrizzato un conduttore isolato, vi si svolgono due principii elettrici; e niuno ignora che i fisici suppongono liberi tali principii, dotati cioè di apparente tensione, e distribuiti in maniera in un conduttore cilindrico, che dal suo estremo prossimo alla sorgente elettrica ad un punto medio più o meno distante dagli estremi, con ordine decrescente, si trovi unicamente elettricità contraria a quella del corpo inducente; e che dall'estremo remoto a quel punto medesimo, del pari con ordine decrescente, vi si manifesti solo elettricità del medesimo nome.

Ma quelle due elettricità, che si svolgono mercè l'induzione, si trovano esse veramente libere e dotate di tensione apparente nel senso che i fisici danno a queste parole, e distribuite nel sopradetto modo? Questa fu la domanda che a se stesso fece il Melloni alquanti giorni innanzi che da immatura morte fosse rapito all'onore dell'Italia; e la risposta che gli porsero le sue ingegnose esperienze fu contraria alle idee comuni; imperocchè le esperienze mostrarongli: esser dissimulata l'elettricità contraria all'inducente, libera l'omonoma; andar quella decrescente dall'estremo prossimo al remoto, e questa del pari decrescente dal remoto al prossimo.

Si fatta questione è sopra modo importante, perchè si lega al fatto primitivo della elettricità, ed al teorema fondamentale del-

(1) A fine di far conoscere ai nostri lettori tutto ciò che si è fatto in Italia intorno alla questione sollevata sopra questo argomento dalle ultime pubblicazioni del Melloni, stampiamo questa nota del prof. Nobile. Speriamo per altro che questa sia l'ultima volta che il nostro giornale si occupa di tale quistione, sembrandoci da gran tempo stabilito, sia dalla sperienza, sia dalla teoria, che la carica di elettricità contraria svolta nel corpo indotto, appunto perchè è attratta dalla elettricità inducente, non esercita altra attrazione esterna. Si potrebbe dire che la tensione di questa carica indotta è massima per la carica inducente, nulla per il resto.

l'elettrostatica. E però ben meritarono della scienza coloro che tolsero ad esaminarla, unicamente con lo scopo di coglierne il vero, o almeno sceverarlo dall'errore.

Quando il Melloni palesò i suoi dubbii intorno all'antica dottrina testè riferita, e mise innanzi quel nuovo principio, io non esitai punto ad abbracciarlo, trattovi meno dalla forza degli esperimenti all'uopo invocati, che da un bell'accordo che scorgeva tra il medesimo principio ed alcuni fatti irrepugnabili, di cui la fisica è da gran tempo in possesso; e più ancora dalla possibilità di poterlo ricavare come conseguenza di questi fatti medesimi. Laonde, nel tessere l'elogio istorico del Melloni poco dipoi la sua morte, lasciando a questo grande la gloria di essare stato il primo a porre in campo dubbii, *e richiamare l'attenzione de' fisici su di un punto importantissimo della scienza elettrica*, dissi che quelle sue deduzioni *rientravano nelle dottrine bene intese della elettricità che i fisici chiamano dissimulata;* e, per non riuscir soverchio, accennai allora, in una brevissima nota, le prove che mi parvero all'uopo sufficienti.

Questa nuova dottrina, nondimeno, è stata impugnata da alcuni fisici, e da altri accolta ed ampliata; e quella mia nota, ed un'altra molto autorevole, perchè del celebre De la Rive, vennero pubblicate in varie raccolte scientifiche, e ristampate anche separatamente come di sostegno alla medesima dottrina. La qual cosa, indipendentemente dall'importanza dell'argomento, mi caccia quasi nell'obbligo di svolgere alquanto il concetto che allora, per angustia di luogo, troppo brevemente espressi; di rammentare alcune nozioni che condurrebbero a conseguenze inesatte, quando non fossero intese nel vero senso; e di aggiungere novelli esperimenti che per avventura sembranmi tanto ostili all'antica dottrina, quanto favorevoli alla nuova.

Nella disamina delle esperienze conosciute, e de' fatti dai quali io credo debba emergere la verità che si cerca, io non anderò punto oltre i fatti medesimi e le leggi da cui sono governati; e farò astrazione da ogni ipotesi intorno alla natura dell'elettricità, ed anche dalla luminosa teorica elettrostatica dell'illustre Faraday, da cui forse potrebbe dedursi non pure il principio che prendo a dimostrare, ma eziandio i fatti e le esperienze allegate dal Melloni. E se talvolta userò espressioni che sembrino accennare a

talune ipotesi, si abbian come mere abbreviazioni di linguaggio, che rammentino non altro che fatti.

Se due dischi metallici isolati, carichi entrambi di eguale quantità di elettricità contrarie, si mettano convenientemente in presenza l'uno dell'altro, e si lascino divisi da uno strato di aria, o da qualunque altra materia isolante, si sa che questa materia isolante oppone un ostacolo alla riunione o ricomposizione de'due principi, ma non si oppone punto all'azione per influenza, ch'essi esercitano l'uno su l'altro; anzi è tale questa influenza, quest'azione attrattiva scambievole delle due elettricità, da vincere la resistenza del corpo isolante, quando questa non è forte abbastanza; e da rendere insensibile, quando ciò non avviene, la loro azione sui corpi circostanti, celandola quasi del tutto: non altrimenti che fanno due elementi chimici, che congiunti insieme, o tendenti a congiungersi per forte affinità, non risentono le azioni minori che esercitano altri elementi su ciascuno di essi separatamente. Quella forma adunque che assumono i due principi elettrici, qualunque essa sia, quando esercitano tra loro un'azione attrattiva che non vale a vincere la resistenza ad essi opposta da un coibente interposto, e che li rende impotenti ad esercitare manifesta azione su i circostanti corpi, è appunto ciò che i fisici addimandano elettricità dissimulata, o nello stato latente e senza tensione apparente: denominazione che esprime un fatto, senza più. Ho voluto ricordare queste nozioni, perchè la più parte de'dubbii mossi contro il nuovo principio, parmi che abbiano avuto origine dall'essere state esse intese altrimènti, non ponendosi forse ben mente a'surriferiti caratteri della elettricità detta dissimulata; talchè non mancano valorosi fisici, i quali trovano anche nel fatto primitivo dell'elettricità, ed in tanti altri simiglianti casi d'influenza, una ragione per negare la scambievole dissimulazione di una parte delle contrarie elettricità, sembrando loro incompatibili dissimulazione ed attrazione, mentre tutto dimostra che la prima è una conseguenza della seconda; e che quanto più questa aumenta tanto più quella diviene estesa.

Non sembra che siavi essenziale differenza tra elettricità libera e dissimulata, essendo entrambe casi d'induzione di cui non sappiamo renderci ragione, e l'ultima di esse quasi conseguenza di forze contrarie che tendono scambievolmente a distruggersi. E forse verrà

tempo in cui, maggiormente addentrati i fisici ne'misteri di questo proteiforme agente, sarà per disparire questa distinzione. Ma, poichè è loro mancata la guida di una teorica del tutto esente da obbiezioni, hanno distinta la elettricità in libera e dissimulata, o in elettricità di tensione, e latente, senza tensione apparente; e perchè, d'altra parte, hanno riconosciuta quest'ultima forma ne'due dischi, nel quadro magico, nella boccia di Leida e nel condensatore, nei quali figurano sempre due conduttori separati da uno strato coibente, era mestieri esaminare se le due elettricità che si svolgono in un conduttore isolato, in presenza di un corpo elettrizzato, vi si trovino ambedue sotto l'una o l'altra forma, o ciascuna in uno stato diverso.

Un conduttore isolato ed un altro elettrizzato, divisi da uno strato di aria, costituiscono un sistema non dissimile da cotesti apparati; e però nella citata nota, dopo aver ricordato tal somiglianza, conchiusi con le seguenti parole; « Il vero meccanismo » della natura nelle azioni e reazioni elettriche è involto in dense » tenebre; ma mi parrebbe molto strano se si ammettesse, nel » caso della boccia, del quadro magico, del condensatore, ecc., » una reciproca forza dissimulante, che mantiene nello stato latente, e senza tensione, due porzioni di contraria elettricità, e » si escludesse del tutto nel caso testè allegato. La conseguenza » logica che emerge dai fatti e dalle dottrine adottate da tutti i » fisici intorno all'elettricità dissimulata, indipendentemente da » nuovi esperimenti, è appunto, se una forte illusione non m'in» ganna, che il corpo inducente svolga ed attiri sul corpo indotto » tanta elettricità contraria, quanta può mantenerne nello stato » latente e senza tensione ».

Ma, indipendentemente da cotesta simiglianza di apparati, noi possiamo trarre altre convincenti prove del diverso stato delle due elettricità, se poniamo ben mente ai soli fenomeni conosciuti che ne porge il caso in quistione Ed invero, nel conduttore indotto isolato si svolgono i due principi elettrici, e ciò è un fatto su cui non cade dubbio alcuno, ed è del pari incontestabile che, mettendo il medesimo conduttore in comunicazione col suolo senza sottrarlo all'influenza, toccandolo in un punto qualunque, vi rimane solo la elettricità contraria, e vi rimane dissimulata. Ora, questi due fatti, che apparentemente sembrano diversi, sono senza

dubbio due simili casi di induzione: imperocchè il mettere in comunicazione col suolo un conduttore che trovavasi isolato ed indotto, non è altro che aggiungere a questo la massa della terra formandone un solo enorme conduttore, che differisce dal primo semplicemente per la forma e la mole. Il che porge un forte criterio per supporre in ambi i casi l'elettricità contraria nel medesimo stato, cioè dissimulata. Nè il piano di prova adoperato alla maniera di Coulomb, che ci dimostra l'elettricità sensibile quando si è distaccato dalla parte prossima del conduttore indotto, deve farci supporre altrimenti; chè, anche quando coll'istesso metodo ci facciamo ad esplorare il medesimo conduttore indotto, dopo che fu messo in comunicazione col suolo, troviamo elettricità libera; e nondimeno nella propria sede eravi del tutto dissimulata. Perchè dunque non supporre nell' altro caso simile la medesima trasformazione? Perchè non attribuire, come opinava Melloni, al predominante principio contrario dissimulato divenuto libero, ciò che ci mostra il piano di prova? Le esperienze di Coulomb rimarrebbero sempre quali documenti preziosi nella scienza: se non che una delle elettricità che egli misurava dovrebbe aversi come dissimulata.

Torna favorevole a farne supporre cotale stato diverso de' due principi elettrici, che si sviluppano in un conduttore isolato indotto, la facilità grande che ha il principio omologo a venir dissipato per via dell'aria. Ed invero, se i due corpi, inducente ed indotto, subito dopo l'influenza, si allontanino fra loro, il principio contrario, non più allora legato o dissimulato nell'ultimo di tali corpi, divenendo libero come l'omologo, ha luogo la ricomposizione, e svanisce in esso ogni maniera di segni elettrici. Ma se al contrario, quei due corpi si lascino lungo tempo in presenza l'uno dell'altro prima di dar opera a quell'allontanamento, segni evidenti di elettricità contraria nell'indotto dimostrano, che durante l'influenza una maggior copia di elettricità omologa è andata dispersa, e che però vi si trovava in uno stato diverso dall' altra.

D'altra parte, il rimanere in quel conduttore la sola elettricità contraria, quando ha avuto luogo, senza più, la comunicazione co-suolo, è eziandio prova evidente che essa vi si trovava sotto condizioni diverse, e che una forza, qualunque essa sia, ve la rite-

neva; e, poichè in virtù di cotal forza vi rimane dissimulata, è evidente che in questo stato trovavasi anche prima di quella comunicazione. Quando una delle armature di una boccia di Leida carica è stata isolata, e si tocchi l'altra che contiene elettricità dissimulata e alquanto di libera, quest'ultima è quella che vi sparisce, e l'altra vi rimane, appunto perchè dissimulata.

Aggiungono forza a tali ragionamenti i noti fatti seguenti. Rimanendo il conduttore sotto l'influenza, dopo che per poco si è comunicato col suolo, se più o meno si allontani dall'induttore, una maggiore o minore elettricità dissimulata diviene libera. Se al contrario, si ritorni ad avvicinare, il fenomeno inverso accade; e se più si avvicini, l'elettricità omologa libera è quella che appare. Tutto prova adunque che l'elettricità dell'induttore, oltre le fasi che subisce per la reazione del principio contrario eccitato nell'indotto, esercita su di quest'ultimo una forza attrattiva dissimulante.

In fine, se i fisici chiamano dissimulata quella elettricità che rinviensi sul conduttore indotto, dopo che per poco ha comunicato col suolo, se essi ammettono le alternative di una maggiore o minore elettricità dissimulata, secondo che più o meno avvicinansi i conduttori, è mestieri ammettere la dissimulazione nel caso di che è parola. Nè vale il dire che il corpo indotto isolato contiene allora anche l'elettricità omologa; conciossiachè, oltre che in uno de' casi dianzi allegati si hanno del pari i due principi in uno stato diverso, ripugna a tutti i fatti noti il supporre due contrarie elettricità libere nel medesimo conduttore, senza che abbiano a neutralizzarsi; e, d'altra parte, torna più razionale e d'accordo co' fatti noti, il supporre che non abbia luogo questa unione appunto perchè una di quelle è sotto l'azione di una forza; e che i due principi elettrici esercitano tra loro una scambievole forza attrattiva, che ha per conseguenza la dissimulazione, la quale è quasi principio di quella neutralizzazione che diviene estesa e perfetta al solo contatto.

Le belle esperienze di Volpicelli (1), tra le altre cose, benchè più indirettamente, conducono alla medesima conseguenza; imperocchè esse dimostrano simiglianti fasi di conversione di elet-

(1) *Comptes rendus*. T. XLI, pag. 653.

tricità libera in dissimulata e viceversa, non con le varie posizioni dell'indotto rispetto all'induttore, ma col semplice avvicinamento o allontanamento di un terzo corpo da quest'ultimo.

Le antiche esperienze dirette a farne conoscere lo stato e la distribuzione di due principi elettrici su di un conduttore isolato ed indotto, riescono dubbie, siccome avvertì Melloni, per le perturbazioni che derivano dall'inducente, determinate poscia da Volpicelli (1), e perchè non si esamina lo stato elettrico dell'indotto nella propria sede durante l'induzione. D'altra parte, le nuove esperienze, a cagione delle lamine comunicanti col suolo di cui quel fisico faceva uso per riparare gli elettroscopi, hanno destato nelle menti di alcuni qualche dubbiezza più o meno fondata.

Giovandomi di alcuni vecchi apparati elettrici che l'amicizia dell'onorevole P. Bandiera volle mettere a mia disposizione, presi a fare alcune esperienze, di cui ora riferirò le seguenti.

Con intendimento di esaminare lo stato elettrico de' diversi punti del conduttore indotto, evitando appendici ed ogni altra maniera di corpi sporgenti, e non avvicinando ad esso altri conduttori, ho disposto lungo il dorso di un cilindro metallico terminato da segmenti di sfere, i cui diametri erano maggiori del diametro del cilindro, un certo numero di piccoli aggregati di polvere di licopodio ben secca, curando che questi aggregati non avessero ad oltrepassare il punto più alto del prossimo capo, dopo di aver messo questo conduttore in presenza di un altro più sottile comunicante con quello della macchina elettrica, e a una tale distanza da evitare che abbia ad aver luogo la diretta attrazione della polvere, e però il fenomeno complesso che si vuole evitare e che potrebbe condurre ad errori. Animata la macchina, l'induzione tosto manifestasi col sollevamento o getti continui di polvere, che si vede sollevare nella parte lontana dall'induttore, mentre nulla vedesi nella vicina; anzi riesce talvolta bello il vedere elevarsi quella finissima polvere e dar vista di piccole fontane, che van con ordine decrescente dallo estremo remoto dall'induttore, al prossimo dove si osserva una perfetta apparente immobilità.

Io non mi farò a trarre conseguenze da questa esperienza; imperocchè essa chiaramente ne mostra, da una parte, l'effetto della

(1) *Comptes rendus*. T. XL, pag. 246.

elettricità libera, e dall'altra segni evidenti di uno stato elettrico diverso fin presso all'estremo prossimo, dove col piano di prova trovasi sufficiente elettricità contraria.

Il seguente esperimento, quantunque richieda non poca diligenza e delicatezza nel praticarlo, nondimeno più direttamente parmi che conduca al divisato scopo. Per rimuovere o scemare le illusioni che provengono dalle trasformazioni che subisce nel suo stato elettrico il noto piano di prova poscia che viene allontanato dall'influenza dell'inducente, è distaccato da alcuni luoghi della superficie dell'indotto di cui formava parte, e quindi per isfuggire o menomare le ingannevoli apparenze, invece di far uso del piano di prova metallico, ho adoperato dischetti di materie molto isolanti, perchè tali materie non patiscono le medesime influenze de'conduttori; non scemano, anzi aumentano l'induzione, avendo esse un potere induttivo maggiore dell'aria; e di più sono tali, da prendere e ritenere l'elettricità libera solo in quei punti che furono a contatto col corpo elettrizzato.

Con una composizione a un di presso simile a quella che adoprasi per formare il coibente dell'elettroforo, ho formato de' dischetti di piccolissima spessezza (circa mezzo millimetro), e molto piccoli di diametro. Ho parimente formato simili dischetti di zolfo ed altri di ceralacca, e li ho situati per mezzo di poca di quest'ultima sostanza alla estremità di altrettante sottilissime bacchette di vetro.

Facendo toccare per qualche tempo, senza strofinio, un dischetto con una parte qualunque del corpo indotto, ho sempre ottenuto, segni di elettricità omologa.

Per accertarmi in maniera molto sensibile della natura della elettricità in tal modo comunicata al disco, la prima idea che mi sorse nella mente si fu quella di conseguire le figure di Leichtemberg, spargendovi le solite polveri di minio e zolfo; ma per la poca elettricità e la mancanza di più opportuni apparati, non essendomi fin ora tornato soddisfacente un tal mezzo, feci ricorso ad un sensibilissimo elettroscopio semplice, precedentemente carico di nota elettricità, e ad un elettroscopio a pile a secco, e ne conseguii i surriferiti risultamenti.

SUL CALORE CHE SI SVILUPPA ALLORCHÈ I CRISTALLI DI ZOLFO FUSO CANGIANO DI FORMA CRISTALLINA; MITSCHERLICH.

(*Poggendorff's Annalen*, *tom.* LXXXVIII)

ESTRATTO

Si sa che lo zolfo prismatico ottenuto colla fusione, si trasforma più o meno rapidamente, secondo le circostanze diverse, in zolfo ottaedrico. Si sa anche che una tale trasformazione è singolarmente accelerata dal contatto d'un liquido capace di sciogliere quei cristalli di zolfo, e in special modo dal contatto del solfuro di carbonio. Tal che, se in una soluzione di solfuro di carbonio satura di zolfo, s' immergono dei cristalli prismatici di zolfo recentemente preparati, la trasformazione è istantanea, e si producono tanto alla superficie che nell' interno dei cristalli stessi, piccoli ottaedri rombici ben decisi.

Nel caso di trasformazione istantanea, è solamente possibile poter misurare lo sviluppo di calorico che l'accompagna. A tal fine il sig. Mitscherlich ha versato un peso conosciuto di solfuro di carbonio saturo di zolfo in una boccetta di vetro avviluppata da sostanze poco conduttrici del calorico, vi ha aggiunto un peso anche conosciuto di zolfo, in cristalli prismatici, agitando il tutto per qualche minuto. Dopo sei minuti la trasformazione era completa, e l'elevazione di temperatura data dal termometro immerso nel liquido, era di 6°,1. L' A. tenendo conto del peso dello zolfo e del solfuro di carbonio adoperati, e del calorico specifico dei medesimi, dedusse che la quantità di calorico sviluppata dai cristalli prismatici di zolfo allorchè passano alla forma ottaedrica sarebbe sufficiente per elevarne la temperatura di 12°.

L' A. operò anche in un altro modo. Fece fondere 50 chilogram. di zolfo in un vaso di ferro e lo mise a cristallizzare in uno di legno. Dopo tre ore vuotò la porzione dello zolfo tuttora liquida, e divise la parte solida in piccoli frammenti che lasciò raffreddare. Allorchè questi ebbero preso la temperatura dell'ambiente, ne distaccò rapidamente tutte le parti in cui non vi era nessun indizio di trasformazione, e le mise in un vaso

avviluppato da sostanze poco coudultrici del calorico, e nel quale era un termometro, mantenendole in un' agitazione continua. Siccome intanto l'esperienza non potè durare meno d'un' ora, fu d'uopo correggere o evitare intieramente l'effetto della perdita del calore dovuta al raggiamento e al contatto dell'aria, e però l'A. si servì del seguente mezzo. Cominciò l'esperienza in una camera in cui la temperatura era superiore di 2° alla temperatura iniziale dello zolfo. Allorchè la temperatura di questo giunse a 4°, passò in un' altra camera in cui la temperatura era di 4° superiore a quella della prima, passò quindi, per terminare l'esperienza, in una terza camera in cui la temperatura era a un dipresso uguale alla temperatura finale dello zolfo.

Operando in questa guisa trovò che la temperatura finale dello zolfo era di 12°, 1, e tenendo conto del calorico specifico di questo corpo, ne dedusse che il calorico sviluppato dal medesimo nell'atto della sua trasformazione cristallina era stato di 2, 27 unità di calore per unità di peso.

SULLA VARIAZIONE DEL POTERE ROTATORIO DELLO ZUCCHERO DI FECOLA;

A. BECHAMP.

(*Compt. Rend.* XLII. 640)

ESTRATTO

Fino dal 1845, Dubrunfaut scoperse la singolare proprietà del glucosio di variare col tempo del suo potere rotatorio; più tardi riconobbe, che la soluzione recente e fatta a freddo possiede un potere rotatorio quasi doppio di quello di una soluzione vecchia o fatta a caldo. Diffatti, il potere rotatorio iniziale per un tubo della lunghezza di 100 millimetri, fu trovato di 96°,41; il potere rotatorio finale di 52°,03, per cui ne espresse il rapporto con $^{66}/_{55}$ (1).

(1) Ann. de Chim. et de Phys.; (3°. S°.) XVIII. 99.

Le osservazioni di Dubrunfaut vennero confermate in seguito da Pasteur, il quale riscontrò gli stessi fenomeni servendosi nelle sue esperienze della combinazione cristallina di glucosio e sal marino scoperta da Calloud, e che egli chiama *glucosato di sal marino* (1). L'autore della presente memoria ci richiama ora su queste osservazioni per dimostrare che, la causa del fenomeno scoperto da Dubrunfaut, si deve ripetere da un'alterazione che subisce il glucosio cristallizzato ($C^{12}H^{12}O^{12}$,2HO) in contatto dell'acqua, con lentezza a freddo, rapidamente a caldo, convertendosi in glucosio anidro ($C^{12}H^{12}O^{12}$) cioè disidratandosi, appunto come fa l'idrato di rame in contatto dell'acqua a caldo, o come l'idrato di perossido di ferro, che anch'esso si disidrata lentamente a freddo, e con rapidità nell'acqua bollente.

L'A. essendosi servito per queste indagini di glucosio preparato in un modo particolare, descrive dapprima alcune esperienze colle quali si accerta della comparabilità della sostanza da esso impiegata, con quella impiegata da Dubrunfaut, da Pasteur e da Biot per le medesime ricerche. A tale effetto ha paragonato i numeri che indicarono il potere rotatorio del glucosio da lui preparato, tanto nella soluzione recente fatta a freddo, quanto nella soluzione vecchia o fatta a caldo, coi numeri esprimenti il potere rotatorio del glucosio sperimentato dagli autori sopra citati. Dai rapporti esatti di questi numeri, ricavati col mezzo della formula di Berthelot, si accertò della perfetta identicità delle sostanze.

A chiarire il suo asserto, bastava all'A. il provare, che in una soluzione di glucosio anidro il poter rotatorio non cambia, nè col tempo, nè coll'innalzamento di temperatura, e che questo potere rotatorio coincide con quello che acquista una soluzione di glucosio idrato per l'influenza del tempo o del riscaldamento; ciò che dimostra chiaramente colle seguenti esperienze:

1^{gr},854 di glucosio disseccato nel vuoto, esposto per sei ore, cioè fino a che non diminuiva più di peso, in una stufa di Gay-Lussac in cui la temperatura restò costante a 100°, si ridussero a 1^{gr},684; la diminuzione di peso è esattamente quella indicata dalla teoria per l'intiera disidratazione del composto. Sciolto questo alla temperatura di 25°, misurato l'angolo di deviazione e calco-

(1) Ann. de Chim. et de Phys.; (3^e. S^e.) xxxi. 92.

lato secondo la formula di Berthelot, trovò il n° 57°,63 per una lunghezza di 100 millimetri. Lo stesso liquido, osservato dopo 48 ore, dava una deviazione corrispondente a 57°,33; vale a dire che non aveva cambiato di potere rotatorio in questo spazio di tempo.

In un' altra esperienza fatta sopra diversa quantità di materia, non prima disseccata nel vuoto, ma però mantenuta alla temperatura di 100° infino a che non scemasse di peso, ottenne per la stessa lunghezza la deviazione di 57°,45, e dopo 24 ore di 57°,33.

L'identità di queste cifre, mentre smentisce l'asserzione di Pasteur (1), che cioè, anche la soluzione di glucosio anidro cangia col tempo il suo potere rotatorio, conferma l'ipotesi, che la variazione apportata dal tempo e dalla temperatura nella soluzione di glucosio, dipenda dalla disidratazione del medesimo in contatto dell'acqua.

Questo fatto ammesso, si spiega il disaccordo apparente tra il numero 57°,33 ottenuto da Bechamp, ed il numero 52°,03 ottenuto da Dubrunfaut e da Pasteur per il potere rotatorio finale del glucosio: infatti basta sostituire nel calcolo al numero esprimente la quantità ponderale del glucosio cristallizzato, il numero minore corrispondente al glucosio anidro, perchè si verifichi l'esatta coincidenza dei medesimi, come risulta chiaramente dalle cifre riportate dall'A. nella sua memoria; e questa sostituzione di numeri può farsi senza tener conto delle variazioni di volume, e di densità che in tal caso avrebbe potuto subire il liquido; giacchè, se pur fossero, sarebbero così esigue da rimanere nei limiti degli errori d'osservazione, e per ciò trascurabili.

Adunque nella determinazione del potere rotatorio dello zucchero di fecola cristallizzato si otterrà dapprima, se la soluzione è fatta a freddo, il potere rotatorio del composto $C^{12}H^{12}O^{12},2HO$; dopo un tempo più o meno lungo, secondo la temperatura a cui il liquido è esposto, si avrà invece il potere rotatorio del composto $C^{12}H^{12}O^{12}$; si avrà un potere rotatorio misto, se l'osservazione è fatta nell' intervallo in cui ha luogo la metamorfosi.

L'A. si propone di ritornare sul medesimo argomento in altra memoria.

(1) Ann. de Chim. et de Phys.; (3e. Se.) XXXI. 98.

SUI FENOMENI TERMO-ELETTRICI DEI METALLI DELLA STESSA NATURA;

R. FRANZ.

(*Da una comunicazione dell'Autore*).

Si sa oggi che i fenomeni termo-elettrici, scoperti molti anni sono da Sturgeon e da Matteucci nelle masse di bismuto, dipendono dallo stato di cristallizzazione e precisamente dalla direzione dei piani di clivaggio nei punti riscaldati. Il sig. Franz è l'autore delle esperienze meglio fatte e più estese sopra questo soggetto. Onde assicurarsi degli effetti termo-elettrici del bismuto cristallizzato basta avere due cubi o due prismi quadrati, di cui due faccie o le basi parallele fra loro, rappresentino i piani del clivaggio principale. Supponiamo di mettere questi due cubi o prismi in contatto in modo che i piani di clivaggio siano paralleli, e le faccie opposte a quelle che si toccano comunichino nel tempo stesso coi capi di un galvanometro a filo corto. Lasciando tutto in riposo per un certo tempo sinchè l'ago sia fermo a zero, e poi toccando l'unione dei due cubi con un tubo di vetro riscaldato, si avrà una corrente termo-elettrica debolissima e di direzione incerta. Lo stesso accadrebbe facendo prima fare ad ognuno dei due cubi una rotazione di 90 gradi, tanto che venissero a toccarsi con due faccie perpendicolari ai piani di clivaggio. Se in vece si fa l'esperienza facendo rotare uno solo dei cubi, lo che equivale ad avere in contatto una faccia perpendicolare e un'altra parallela ai piani di clivaggio, si avrà allora una corrente termo-elettrica fortissima, diretta costantemente nell'unione dei due cubi nel senso dell'asse cristalligrafico, cioè dalla faccia parallela ai clivaggi a quella che è perpendicolare. Lo stesso risultato si ottiene con due verghe di bismuto cristallizzato, purchè l'una sia *equatoriale*, così detta riferendosi alla posizione che piglia nel campo magnetico, e l'altra *assiale*. Scaldando le due verghe nel punto della loro unione si ha una corrente intensa e costantemente diretta nella unione dalla verga assiale all'equatoriale. Dopo di che s'intende come scaldando all'azzardo diversi punti di una massa di

bismuto, se ne trovino alcuni che divengono il centro di correnti termo-elettriche, e come rompendo la massa del bismuto in quei punti vi si trovino internamente delle direzioni nei clivaggi principali che spiegano l'origine di quelle correnti e delle loro direzioni, secondo il fatto scoperto da Franz. Lo stesso fisico in questo suo nuovo lavoro ha tentato d'imitare con altri metalli le verghe di bismuto cristallizzato, facendo delle pile di lamine sottili dello stesso metallo, nelle quali le lamine erano tenute coll'inclinazione di 45° all'asse della pila. Le estremità di queste pile erano messe in comunicazione coi capi di un galvanometro delicatissimo. Volendo amettere l'analogia, quanto agli effetti termo-elettrici, fra la struttura artificiale di queste pile e quella delle verghe di bismuto cristallizzato, ne verrebbe che la direzione della corrente termo-elettrica sviluppata dovrebbe essere contraria, secondo che si riscalda la faccia superiore o la faccia inferiore di queste pile.

L'Autore ha fatto un gran numero di esperienze molto delicate onde liberarsi dalle diverse cagioni di errori, ed è giunto alle conclusioni seguenti che riferiremo colle sue stesse parole:

1° Allorchè delle lamine sottili dello stesso metallo sono compresse l'una contro l'altra e mantenute in una posizione obliqua all'asse della pila così formata, si trova riscaldando ora il lato superiore, ora il lato inferiore di questa pila che vi è una corrente elettrica così sviluppata, e che la direzione è opposta nei due casi. Paragonando delle pile fatte con lamine d'argento, di zinco, di ottone, ecc., a una sbarra di bismuto che avesse i piani di clivaggio principale paralleli alle lastre, si trova che la corrente termo-elettrica sviluppata ha coll' argento, collo zinco e coll' ottone la stessa direzione che avrebbe col bismuto, mentre il rame, il palladio e l'argento puro danno una corrente opposta.

2° Queste correnti corrispondono per la direzione a quelle che si hanno, allorchè si toccano insieme due fili dello stesso metallo di temperatura diversa.

SUI MOVIMENTI DELLE GHIACCIAIE;

MEMORIA DI MUSOLEY COMUNICATA

ALLA SOCIETA' R. DI LONDRA NEL 19 APRILE 1855.

(*Phil. Mag.* x. 60)

ESTRATTO

Imaginiamo di avere due corpi della stessa forma e grandezza, come sarebbero due cubi di marmo o di legno, collocati sopra un piano orizzontale egualmente levigato, e connessi insieme da una verga metallica soggetta a contrarsi o a dilatarsi colle variazioni di temperatura. È evidente che, finchè il piano resta orizzontale, i due cubi s'avvicineranno o s'allontaneranno fra loro della stessa quantità, secondo che la verga metallica si contrae o si dilata. Non è più così se il piano su cui riposano i due cubi è inclinato, e se essi siano disposti uno superiormente all'altro; giacchè per l'aumento di temperatura lo sforzo che fa la verga nel dilatarsi è sufficiente per spingere il cubo inferiore più in basso, ma non per spingere il cubo superiore in alto. Infatti il movimento del cubo inferiore è contrariato dall'attrito, ma favorito dalla gravità; mentre per il cubo superiore queste due cause si oppongono acciocchè esso si muova innalzandosi. L'effetto della dilatazione della verga sarà dunque di far discendere il cubo inferiore, rimanendo il superiore in riposo. Precisamente il contrario deve avvenire allorchè per il raffreddamento la verga è costretta a contrarsi. Il cubo superiore può allora abbassarsi, perchè favorito dalla gravità, mentre l'inferiore non può innalzarsi. In conclusione, ogni volta che la temperatura muta, la verga si allunga o si accorcia, il centro di gravità di tutto il sistema discende, e alla lunga, per quanto sia piccolo l' effetto di una sola volta, può, ripetendosi spesso quelle alternative, la discesa divenire sensibile. Abbiamo supposto per maggior chiarezza due cubi riuniti da una verga; ma evidentemente lo stesso ragionamento si applica ad un corpo di forma qualunque che riposa sopra un piano inclinato.

L'attenzione di Musoley era stata attirata sopra questo singolare effetto della dilatazione, dalla discesa di una grande lamina di piombo che cuopre il tetto della Cattedrale di Bristol, e che in venti mesi si era spostata in basso per circa mezzo metro. Questo

movimento non poteva attribuirsi al peso della lastra di piombo; giacchè si sa che una tal lastra rimane in equilibrio per l'attrito, allorchè riposa sopra un piano di legno inclinato di 30° all'orizzonte, cioè del doppio dell' inclinazione di quel tetto. Musoley ha tenuto conto delle variazioni di temperatura accadute in quel tempo, conoscendo i coefficenti della dilatazione del piombo e l' attrito del piombo sul legno, ha calcolato se l' effetto delle dilatazioni e contrazioni della lastra potevano spiegare quel movimento, ed ha così trovato un accordo sufficiente fra la teoria ed il fenomeno.

Era troppo naturale che questa teoria fosse applicata a spiegare il fenomeno tanto studiato del movimento delle ghiacciaie. Infatti si sa che il ghiaccio è un corpo molto dilatabile per il calore, tanto che è stato riconosciuto dietro alcune esperienze recenti che il suo coefficente della dilatazione lineare è circa il doppio di quello del piombo.

È dunque fuori di dubbio che la teoria colla quale Musoley ha spiegata la discesa della lastra di piombo deve applicarsi anche ai movimenti delle ghiacciaie. Può essere questione, come lo pensa Forbes, se quella causa basti o no a spiegare tutto il movimento di quelle masse di ghiaccio, ma non può esser dubbia l'intervenzione di quella causa nel fenomeno. Intanto è certo che un blocco rettangolare di ghiaccio posato sopra un piano leggermente inclinato di pietra fu visto da Hopkins discendere di un moto continuo, benchè lento, lungo questo piano.

SULLA CONGELAZIONE DEL VAPORE ACQUEO DELLE NEBBIE E DELLE NUVOLE;

FOURNET.

ESTRATTO DI UNA LEZIONE SULLA GEOGRAFIA FISICA DEL BACINO DEL RODANO.

(*Ann. de Chim. et de Phys.* (3.ª S.ª) XLVI. 203)

È noto che la temperatura dell'acqua tenuta in perfetto riposo può discendere sino a 12° ed anche a 14° sotto lo zero senza che l'acqua diventi solida, e che in tale stato si conserva anche comunicandole un movimento in massa, non diverso da quello che ha quell'acqua come ogni corpo sulla superficie della terra. Sappiamo pure che la congelazione avviene istantaneamente se in quell' acqua così fredda si fa cadere un pezzo di ghiaccio o un corpo solido qualunque. Era naturale ammettere, come in fatti è avvenuto, che anche i vapori delle nebbie e delle nuvole fossero dotati di questa proprietà di *soprafusione*, che cioè almeno 12° o 14° sotto zero fossero necessarii per far congelare questi vapori sospesi nell'aria, a meno che la presenza di un corpo solido non producesse lo stesso effetto come nell' acqua liquida. Fournet ha riunito molte osservazioni le quali confermano questa opinione. Queste osservazioni consistono principalmente nell' aver notato che delle nebbie anche molto dense persistevano come al solito senza convertirsi in neve, benchè la temperatura dell' aria fosse ridotta in qualche caso sino a 12° sotto zero. Nei casi invece in cui la temperatura era discesa a —12° o —14° la nebbia solita non esisteva più, ed era sostituita da un polviscolo formato di piccoli fiocchi di neve. Le osservazioni le più importanti a questo proposito sono quelle fatte nelle ultime ascensioni aerostatiche, che sono, quelle di Bixio e Barral, partiti dall'Osservatorio di Parigi il 27 luglio 1850, e l'altra fatta nell' Osservatorio di Kew il 19 agosto 1852 da Welsh.

Volentieri riproduciamo qui il quadro che è il riassunto delle osservazioni della prima di queste ascensioni.

ORA	ALTEZZA in metri	TEMPERATURA	STATO DEL CIELO
ore 4.6'	757	+ 6°, 0	Cielo coperto
4.11	1483	+ 9, 8	Nebbia leggera
4.13	2013	+ 9, 0	»
4.15	2567	+ 6, 0	»
4.20	3751	— 0, 5	Nebbia densissima
	5121	— 7, 0	S'intravede il sole
	5492	— 9, 0	
4.25	5902	— 9, 8	Imagine bianca e debole del sole; caduta di aghi di ghiaccio
	6330	— 10, 5	
»	»	— 23, 8	Rapido abbassamento di temperat.
4.32	»	— 35, 0	Cielo coperto e qua e là squarciato mostrando l'azzurro
4.45	6512	— 35, 0	
4.50	7016	— 39, 0	
5. 2	4502	— 9, 0	Il pallone discende ed incontra ancora qualche ago di ghiaccio

Risulta da questi dettagli che lo strato nuvoloso alto da terra circa 3750 metri si estendeva sino a 7016^{m} avendo così una grossezza che oltrepassava 3276^{m}. I fiocchi di neve che erano formati di aghi finissimi di ghiaccio furono incontrati fra 5902^{m} e 6330^{m} nella parte più diradata della nube, e dove la temperatura era fra — 9°, 8 e — 10°, 5. Gli osservatori però notano che questi aghi di ghiaccio cadevano dall' alto della nube per fondersi nello strato inferiore, ed essi spiegano il raffreddamento della parte superiore della nube attribuendolo all'irraggiamento verso gli spazi celesti non compensato dalla terra per la grossezza dello strato di vapore sottoposto.

Riferiremo ancora ciò che ha osservato Welsh nell' ascensione delli 19 agosto 1852. L'osservatore di Kew incontrò tre strati di

nubi, il primo di *cumuli* molto bassi, cioè a circa 805 metri, poi un secondo, ancora di *cumuli* a 4000 metri dal suolo; e finalmente all'altezza di circa 6000 metri, dove la temperatura era —15°, si trovava un *cirro-cumulo-strato* e cadevano nello stesso tempo delle piccole stelle di neve.

Da queste osservazioni e dalle altre già riferite resta stabilito che una temperatura di —15° è necessaria, perchè i vapori acquei si convertano in aghetti di ghiaccio.

A questa stessa conseguenza si è pure condotti dalle osservazioni di Bravais sopra gli *aloni* e i *pareli*, spiegati coll'azione che soffrono i raggi solari, che traversano dei cirri composti di piccoli prismi di ghiaccio, e che sono all'altezza di 6000 a 6500 metri. Ammettendo che la temperatura decresca di 1° per ogni 180^m di elevazione, e partendo dal livello del mare alla temperatura di +20°, nella suddetta regione dei cirri dovrebbe esservi appunto un freddo di —15°.

PREPARAZIONE DELLE ALDEIDI COGLI ACIDI $C^nH^nO^4$; LIMPRICHT.

(*Ann. Der Chem. u. Pharm.* XCVII. 368)

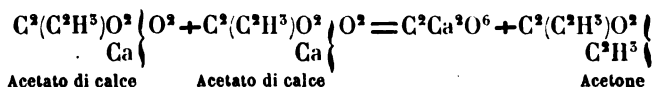
ESTRATTO

Si sa da molto tempo che riscaldando diversi sali degli acidi $C^nH^nO^4$ si formano delle combinazioni isomere, alle aldeidi corrispondenti, e per molte proprietà simili a queste (sono di tal genere il propilale, il butirale, il valerale); ma non si erano fino qui preparate partendo dagli acidi le aldeidi propriamente dette, identiche cioè con quelle che si ottengono dalla ossidazione degli alcoli.

Dietro le idee che oggi si hanno sulla costituzione degli acidi $C^nH^nO^4$, su quella delle aldeidi e degli acetoni, come pure dietro il modo di produzione di questi ultimi composti, poteva dedursi che le aldeidi avrebbero potuto formarsi in un modo analogo agli acetoni.

Quando prendono origine gli acetoni, sono sempre due equivalenti di sale che si decompongono. Per l'acetone ordinario si ha:

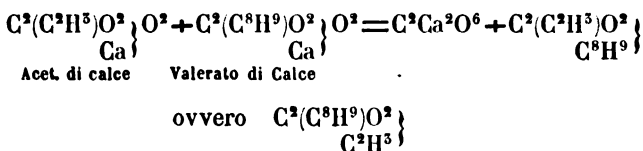
$$\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2=C^2Ca^2O^6+\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\C^2H^3\end{matrix}\right\}$$

Acetato di calce — Acetato di calce — Acetone

Da uno degli equivalenti di acetato di calce rimane solo il radicale acetile o formile-metile, dall'altro rimane solo il metile; questi due radicali si uniscono assieme per formare l'acetone, mentre gli altri elementi producono carbonato di calce.

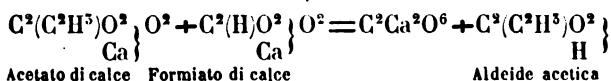
Se si riscalda un miscuglio di due sali di due diversi acidi, come p. e. il valerato coll'acetato di calce, ha luogo la stessa metamorfosi: si forma carbonato di calce ed un acetone, che contiene il radicale di uno degli acidi, e il radicale dell'alcole che si trova nell'altro acido. Così per il caso che si considera si ha:

$$\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}C^2(C^8H^9)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2=C^2Ca^2O^6+\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\C^8H^9\end{matrix}\right\}$$

Acet. di calce — Valerato di Calce

$$\text{ovvero}\quad \left.\begin{matrix}C^2(C^8H^9)O^2\\C^2H^3\end{matrix}\right\}$$

Se ora si mescola formiato di calce coi sali di calce degli altri acidi della serie $C^nH^nO^4$, e si sottopone il miscuglio alla distillazione, si forma un acetone il quale contiene un equivalente d'idrogeno al posto del radicale alcolico, cioè si forma un'aldeide. Per l'aldeide ordinaria abbiamo:

$$\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2+\left.\begin{matrix}C^2(H)O^2\\Ca\end{matrix}\right\}O^2=C^2Ca^2O^6+\left.\begin{matrix}C^2(C^2H^3)O^2\\H\end{matrix}\right\}$$

Acetato di calce — Formiato di calce — Aldeide acetica

L'A. partendo da queste considerazioni riferisce i risultati seguenti ottenuti da Ritter che ha preparato diverse aldeidi dietro questo principio.

Aldeide acetica $C^4H^4O^2$ — Se si riscalda un miscuglio di equivalenti eguali di formiato ed acetato di calce, si forma dell'aldeide ordinaria; giacchè raccogliendo nell' etere raffreddato, il prodotto che distilla e saturando il liquido con ammoniaca secca, si separano in abbondanza dei cristalli di ammonialdeide. L'aldeide che così si produce, è sempre accompagnata da sostanze empireumatiche.

Aldeide propilica $C^6H^6O^2$ — Per preparare questa aldeide è stato distillato un miscuglio di propionato di barite e di formiato di calce. Il prodotto ottenuto (che ascendeva solo a pochi grammi) è stato rettificato, quindi la porzione che bolliva da 48° a 55°, è stata sottomessa all'analisi. I numeri ottenuti per il carbonio si allontanavano alquanto da quelli che avrebbe dovuto fornire il corpo $C^6H^6O^2$; pure l'A. crede che possano servire a dimostrare che il prodotto formato nelle condizioni citate era l'aldeide propilica.

Aldeide valerica $C^{10}H^{10}O^2$ — Il prodotto della distillazione di un miscuglio di valerato di calce e di formiato di calce fornisce un composto che si combina ai bisolfiti alcalini, e che forma col solfito di soda la combinazione $C^{10}H^9NaS^2O^6+3Aq$. che Parkinsen ha preparato colla valeraldeide.

Aldeide enantilica $C^{14}H^{14}O^2$ — Il liquido che si ottiene distillando l'enantilato di calce col formiato di calce contiene dell'aldeide enantilica; giacchè forma col solfito di soda una combinazione, che si presenta in lamine cristalline aventi l'aspetto del solfito di enantaldeide e di soda, e che fornisce cogli acidi un olio in cui è riconoscibile l'odore dell'enantale.

Aldeide caprilica $C^{16}H^{16}O^2$ — Distillando caprilato e formiato di calce si ottiene un liquido che ha l'odore dell'aldeide caprilica, e forma coi bisolfiti una combinazione cristallina.

Se si riscalda ad un' alta temperatura miristato e palmitato di calce con formiato di calce, si formano dei liquidi aventi un odore molto disgustoso, e contenenti delle piccole quantità di materia solida cristallina, che non presentano però la composizione delle aldeidi corrispondenti agli acidi decomposti. Sembra che all' alta temperatura a cui ha luogo la reazione, le aldeidi non possano sussistere.

Questo metodo di preparazione delle aldeidi potrà raramente essere adoperato, perchè si formano sempre prodotti empireumatici in abbondanza, i quali rendono difficile la purificazione dei prodotti che si vogliono ottenere. L'A. crede che si potranno evitare in parte queste decomposizioni secondarie, riscaldando i miscugli in un bagno d'olio a temperature non superiori a quelle che sono necessarie alla reazione.

SULLA DIFFUSIONE DEI LIQUIDI; A. FICK.

(*Poggendorff's Annalen*, XCI. 59)

ESTRATTO

L'A. ha tentato di applicare alla diffusione dei sali nell'acqua, le stesse leggi elementari e quindi le equazioni con cui Fourier e più tardi Ohm hanno espresso il movimento del calore e dell'elettricità in una sbarra metallica. Fick fu spinto a questa ricerca dal pensiero di ordinare sotto una legge generale i resultati delle estese ricerche di Graham sulla diffusione dei liquidi. Queste ricerche essendo poco conosciute, quantunque descritte nella lezione Bacheriana dell'anno 1849, crediamo non essere senza qualche interesse di riferirne le principali conseguenze. Graham misura la diffusibilità di un sale o di una sostanza qualunque nell'acqua, determinando la quantità di questo sale che si trova in un dato volume d'acqua, nella quale è tenuto per molti giorni un piccolo recipiente pieno della soluzione del sale. Graham ha cominciato dall'operare sulla soluzione di sal marino ed ha trovato che la quantità diffusa, che cresceva rapidamente colla temperatura, era presso a poco proporzionale alla quantità per 100 del sale contenuto nella soluzione. Studiando la diffusibilità nell'acqua di diversi sali nelle stesse condizioni furono trovate delle differenze assai grandi. È notevole che i composti isomorfi presi non in quantità equivalenti chimicamente ma a pesi uguali, abbiano un egual potere diffusivo. L'acido solforico, l'acido nitrico, il sal marino sono dotati di un grande potere diffusivo, mentre è piccolissimo quello dell'albumina. Un altro resultato pure rimarchevole delle esperienze di Graham, si è, che la diffusibilità di due soluzioni saline mescolate insieme si esercita indipendentemente, e come se ognuna di quelle soluzioni agisse separatamente dell'altra, nel modo stesso con cui si comportano i gaz disciolti nei liquidi rispetto all'atmosfera gazosa che li circonda. In tal modo la diffusione salina nei liquidi è più che un fatto di semplice azione molecolare, imperocchè determina anche la chimica decomposizione, come appunto Graham ha visto accadere sopra un sale doppio molto stabile, com'è l'allume

comune, col quale si trova che il solfato di potassa si diffonde molto più del solfato d'ammoniaca con cui è combinato. Per completare l'analogia fra la diffusibilità dei liquidi e quella dei gaz, ricorderemo ancora che Graham ha trovato, che la diffusione di un sale, come il nitrato di potassa, avviene in una soluzione di nitrato d'ammoniaca colla stessa rapidità che nell'acqua pura.

Passando ora alla teoria dell'A. diremo che d'accordo colle citate teorie del calore e d'elettricità, egli presume che fra due elementi di spazio prossimi e pieni di una soluzione diversamente concentrata dello stesso sale, la quantità di sale che si trasporta nell'unità di tempo da un elemento all'altro è, *caeteris paribus*, direttamente proporzionale alla differenza di concentrazione, e inversamente proporzionale alla distanza di quegli elementi fra loro. Secondo questa legge si sa quale dovrebb' essere il decrescimento di concentrazione di una soluzione salina pervenuta allo stato di equilibrio dinamico, come è quello di una sbarra metallica mantenuta ad una delle sue estremità ad una temperatura costante. Per fare l'esperienza l'A. ha preso un vaso cilindrico, che inferiormente è in contatto con uno strato di sale solido, mentre superiormente comunica con un vasto recipiente di acqua pura. Facendo scorrere nei diversi strati di questo vaso cilindrico una palla di vetro attaccata ad un piatto della bilancia idrostatica si trova, che le densità o i gradi di concentrazione diminuiscono dal basso in alto, come le ordinate di una linea retta, conformemente alla teoria assunta.

L'A. ha fatto un'altra esperienza usando tre tubi di diversa lunghezza e in tutto il resto eguali: disponendoli come nell'esperienza precedente, ha trovato con sufficiente esattezza che la quantità del sale, che passava nell'istesso tempo per quei tre tubi, era inversamente proporzionale alla loro lunghezza.

Se queste esperienze saranno confermate ed estese, si avrà così una nuova prova di una verità molto importante, che cioè vi possono essere delle teorie fisiche, le quali spiegano con rigore un certo numero di fatti senza però comprendere ciò che si chiama la natura della forza o della cagione di quei fenomeni, e solo fondandosi sopra uno dei caratteri meccanici di questa forza.

SULLA DECOMPOSIZIONE DELL'ACQUA PER DEBOLI CORRENTI ELETTRICHE E SPECIALMENTE PER LA MACCHINA ELETTRICA; H. BUFF.

(*Ann. der Chem. u. Pharm. t.* XCVI)

ESTRATTO

Crede l'A. che facendo uso di correnti debolissime si possa più facilmente decidere, se una certa quantità di elettricità può attraversare o no un liquido senza decomporlo, di quello che si potrebbe fare adoperando forti correnti.

In una precedente memoria l'A. fece vedere che impiegando delle *punte di Wollaston* per elettrodi, si può rendere visibile la decomposizione dell'acqua con pile estremamente deboli. Tali punte sono fatte con fili di platino saldati in tubi di vetro, in guisa che la sola punta metallica rimanga scoperta. Con tal modo di condurre la esperienza, l'A. dimostrò pure che anche per correnti, per così dire infinitesime, la quantità d'acqua decomposta rimaneva proporzionale alla forza della corrente. In queste sue nuove ricerche egli fa uso della macchina elettrica, ed ottiene la decomposizione polare dell'acqua e del solfato di rame in soluzione.

Adopera a tal fine piccole campanine di vetro, fatte con tubi di 3^{mm} di diametro, e ben graduate. Queste campanine hanno superiormente una piccola punta di platino, stata inserita nel tubo prima di chiuderlo colla lampada. Ogni campanina poi è colla sua base saldata sopra un tubo di maggior diametro, che gli serve di sostegno e di mezzo per raccogliere il gaz e condurlo nella parte piccola e graduata della campanina stessa. Si riempiono e si rovesciano nello stesso bagno pneumatico, o vaso che contiene il liquido da decomporsi, due di tali campanine; sotto ciascuna di queste si inserisce come elettrode nell'interno del tubo una punta di Wollaston. La precisione dell'esperienza è limitata dall'errore, pure quì sensibile, che nasce dal dissolversi di un gaz nel liquido. È noto che le scintille della macchina elettrica producono sovente una decomposizione nei liquidi; ma in modo, che i prodotti si trovano mescolati in ogni polo. Tale decomposizione è stata, fin qui almeno, attribuita al calore prodotto dalla scintilla. Facendo passare una

scintilla attraverso la punta di platino della campanina e l'acqua, e così attraverso il gaz, dalla diminuzione di volume del gaz istesso, l'A. poteva giudicare se l'ossigeno e l'idrogeno erano stati separati dall'azione chimica della scarica, o se invece rimanevano mescolati nelle campanine, non essendo svolti che dalla decomposizione dell'acqua pel calore della scintilla.

L'A. facendo uso della macchina elettrica ottenne ad un polo dell'idrogeno puro e all'altro polo ossigeno puro, tutte le volte che le punte alla Wollaston erano in comunicazione diretta coi conduttori della macchina. Ma quando si lasciava una interruzione nel circuito, e tale interruzione era attraversata dalla scintilla, le quantità di gaz ottenute all'elettrode negativo erano più grandi che nel primo caso, e consistevano in un miscuglio dei due gaz. In questa ultima esperienza, la quantità di gaz raccolta dipendeva molto meno dalla forza della corrente che dalla lunghezza della detta scintilla.

Facendo comunicare la punta di platino, saldata alla parte superiore della campanina, col conduttore negativo della macchina, l'elettricità passa attraverso il gaz per arrivare all'acqua; se questo gaz è idrogene il suo volume aumenta, se è ossigene esso diminuisce. Ciò prova che il gaz può, debolmente elettrizzato, funzionare da elettrode.

Questi furono i principali risultati del lavoro dell'A. Disgraziatamente non fu possibile di misurare esattamente in questi casi l'intensità della corrente.

SOPRA LA DECOMPOSIZIONE ELETTRO-CHIMICA DELL'ACQUA CHE SERVE DI CONDUTTORE NEI FENOMENI DI INDUZIONE ELETTRO-STATICA; L. SORET.

(*Archives des sciences phys. et natur.* 1856, *t.* XXXI)

ESTRATTO

La memoria di Soret ha per oggetto la ricerca dell'azione elettrolitica dell'elettricità sviluppata per influenza.

Un vaso di vetro ben pulito e ben asciutto fu riempito a metà d'acqua, e posato sopra uno strato di resina per isolarlo. In quest'acqua

tuffano due lamine di platino, saldate ad un filo dello stesso metallo, e sostenute da bacchette di vetro appoggiate ai bordi del vaso. In questo vaso si pose una provetta di 0^m, 7 di altezza, verniciata esteriormente colla gomma lacca; nel fondo di essa si versò pure dell'acqua, evitando di bagnare le pareti al dissopra del livello che l'acqua doveva avere. Fu posta l'acqua della provetta in comunicazione col conduttore della macchina, per mezzo di una catenella d'ottone.

Si metteva una delle lamine di platino in comunicazione col suolo, e facendo girare il disco della macchina si caricava quella specie di bottiglia di Leida. Caricando una sola volta questa bottiglia, e dopo ponendo le lamine in comunicazione col galvanometro non si osservava polarizzazione sensibile delle lamine stesse. Ma levando ogni comunicazione delle lamine col suolo, e quindi scaricando la bottiglia, con un arco metallico fra l'acqua esterna e la catenella, e caricando di nuovo la bottiglia tenendo sempre la stessa lamina in comunicazione col suolo, poi isolando ancora le lamine e scaricando un'altra volta, e così di seguito, fino a quindici o sedici volte, le lamine poste in comunicazione col galvanometro diedero una corrente, misurata da 25 a 30 gradi dal galvanometro stesso. Ciò dimostrò la cercata decomposizione chimica per elettricità sviluppata per influenza, avendo tenuto esatto conto della direzione della corrente nel galvanometro.

A. De la Rive assistè l'A. nelle sue esperienze, e fu posta ogni cura onde assicurarsi del perfetto isolamento fra l'acqua che formava le armature della bottiglia. L'A. ha fatte alcune altre piccole variazioni alla sua esperienza, per vedere se vi era caso di passaggio di elettricità in un liquido senza elettrolisi, ed i risultati ottenuti furono sfavorevoli all'ipotesi di un potere *conduttore proprio* nei liquidi.

SULL'ACIDO TIOFORMILICO; A. LIMPRICHT.

(*Ann der Chem. u. Pharm.* XCVII. 361.)

ESTRATTO

L'autore designa col nome di *acido tioformilico* un acido che presenta la composizione $C^2H^2S^2O^2$, e che può risguardarsi come dell'acido formico $C^2H^2O^4$, nel quale due equivalenti di ossigeno siano rimpiazzati da due equivalenti di solfo. Questo corpo presenta ai chimici uno speciale interesse, essendo sino qui in piccolo numero le sostanze organiche, nelle quali si è potuto fare questa specie di sostituzione dello zolfo all'ossigeno: si possono di fatto annoverare in questa categoria solo gli alcoli e gli eteri solforati (aventi per tipo $C^4H^6S^2$ e $C^8H^{10}S^2$), l'acido idrosolfocianico e l'acido tioacetico $C^4H^4S^2O^2$ scoperto non ha molto da Kekulé.

Questo nuovo prodotto era stato da lungo tempo osservato da Wöhler, ma solo adesso è stato esaminato da Limpricht assieme a Ritter. Esso prende origine quando per preparare l'acido formico si fa passare dell'idrogeno solforato sul formiato di piombo riscaldato ad una temperatura superiore a 100°. L' acido formico ottenuto in tali condizioni possiede un odore agliaceo disgustoso, e deposita spesso dei cristalli aghiformi, che costituiscono il prodotto in esame. Per ottenerlo in maggior quantità è bene procurare la decomposizione del sale ad una temperatura di 200 e 300 gradi: in questo caso l'acido formico si rapprende qualche volta in una massa cristallina, e distillandolo dopo averlo separato dai cristalli, fornisce come residuo una nuova quantità di prodotto. Per depurare la nuova sostanza si lava con acqua, e se non è bianco abbastanza si fa cristallizzare in una gran quantità di alcole bollente.

Gli autori credono poter assegnare a questo acido la formula $C^2H^2S^2O^2$, quantunque non abbiano a conferma di essa che la determinazione dello zolfo. Per l'idrogeno e per il carbonio hanno ottenuto numeri discordantissimi, senza poterne indovinare la cagione.

L'acido tioformilico cristallizza dall' acido formico o dall'alcole bollente in aghi sottili, fusibili a 120°, e sublimabili anche a temperature più basse in piccoli cristalli risplendenti. Ha un leggero

odore agliaceo. È insolubile nell'acqua ed appena solubile a freddo nell'alcole e nell'etere, ma discretamente solubile nei due ultimi liquidi alla temperatura della ebollizione.

L'acido solforico concentrato scioglie l'acido tioformilico a dolce calore, sviluppando acido solforoso e precipitando zolfo. L'acido idroclorico concentrato non ha azione sopra di esso, nemmeno alla temperatura della ebollizione. L'acido nitrico lo decompone facilmente coll'azione del calore, e trasforma lo zolfo in acido solforico. L'acido acetico concentrato e bollente lo discioglie in piccola quantità e lo deposita poi col raffreddamento. Una soluzione di potassa ne discioglie poco anche a caldo, neutralizzata cogli acidi sviluppa tracce d'idrogeno solforato. Esso è insolubile nel solfuro d'ammonio.

L'acido tioformilico disciolto nell'alcole non reagisce sulla carta di laccamuffa; coll'acetato di piombo dà un precipitato giallastro, che riscaldato in seno al liquido divien nero; col nitrato d'argento produce un precipitato bianco amorfo, che ben presto diviene nero, con separazione di solfuro d'argento e d'argento metallico.

Gli A. A. non hanno potuto esaminare ulteriormente questo prodotto per mancanza di materia. Da una libbra di formiato di piombo non si ottengono che alcuni grammi di acido tioformilico.

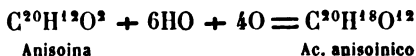
SULL' ACIDO ANISOINICO; A. LIMPRICHT.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 364)

ESTRATTO

È noto che trattando l'essenza di anaci coll'acido nitrico diluito, si ottiene aldeide anisica ed acido ossalico risultanti dalla decomposizione dell'anisoina $C^{20}H^{12}O^{2}$, che costituisce la massima parte dell'essenza suddetta. Dalle ricerche dell'autore sembra risultare che la formazione dell'aldeide anisica sia preceduta da quella di un acido particolare, che si produrrebbe per una prima azione dell'acido nitrico sull'anisoina. L'A. ha difatto osservato, che facendo bollire essenza di anaci stellati con acido nitrico della gravità spe–

cifica di 1,2, sospendendo l'azione quando l'essenza era caduta al fondo, ed agitando il prodotto con soluzione calda di bisolfito di soda, non si otteneva il solfito di anisaldeide e di soda, ma bensì un sale di soda di un nuovo acido che è stato esaminato dall'A. e da Ritter, e denominato *acido anisoinico.* Allo stato libero l'acido anisoinico sarebbe $C^{20}H^{18}O^{12}$, e potrebbe derivare dall' anisoina secondo la reazione rappresentata dalla equazione seguente:

$$\underset{\text{Anisoina}}{C^{20}H^{12}O^{2}} + 6HO + 4O = \underset{\text{Ac. anisoinico}}{C^{20}H^{18}O^{12}}$$

Per ottenere l'acido in esame, si decompongono i suoi sali di argento o di barite con l'acido idroclorico o coll'acido solforico. Esso cristallizza per l'evaporazione della sua soluzione acquosa in piccole lamine, od anche in tavole abbastanza grosse. Si scioglie molto facilmente nell'acqua, nell'alcole e nell'etere. Ha forte reazione acida. Riscaldato a 120° circa si fonde; ad una temperatura superiore si decompone sviluppando vapori, che hanno un odore empireumatico misto a quello dell'aldeide anisica, e brucia con fiamma chiara e risplendente. A caso l'A. ha ottenuto, riscaldando questo acido con acido idroclorico, una materia cristallina avente i caratteri dell'acido anisico, ma non ha potuto riottenerla di nuovo.

Il sale di soda si ottiene come sopra è stato accennato, e si depura facendolo cristallizzare più volte in piccola quantità di acqua bollente. Disseccato a 100° si può rappresentare con $C^{20}H^{17}NaO^{12}$; si presenta in cristalli mammellonari confusi, molto solubili nell'acqua.

Il sale di barite si prepara neutralizzando con carbonato di barite l'acido libero. È facilmente solubile; somiglia per l'aspetto al sale di soda. Disseccato a 100° ha per formula $C^{20}H^{17}BaO^{12}$. L'anisoinato d'argento è solubile, cristallizzabile pure in mammelloni e facilmente alterabile. Esso è rappresentato da $C^{20}H^{17}AgO^{12}$.

NOTIZIA SOPRA UN NUOVO CORPO CONTENUTO NELL'ORINA DEL CANE ;

C. ECKHARD.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 358.)

ESTRATTO

Aggiungendo all'orina dei cani, che sono stati nutriti esclusivamente con carne, dell'acido idroclorico in modo tale che per 100 cent. cub. di orina si impieghino 3, o 4 c. c. di acido della densità di 1,11, l'orina s'intorbida e depone dopo 12, o 24 ore una materia che ha l'aspetto del mucco, ma che guardata col microscopio si mostra formata di piccole sfere composte da aghetti sottili, simili a quelli che si osservano nella leucina. La difficoltà di procurarsi questo corpo in quantità, ha costretto l'A. ad esaminarlo solo qualitativamente. Il nuovo prodotto allo stato puro costituisce una massa bianca leggerissima, grassa al tatto; riscaldato all'aria si fonde in un liquido bruno, poi brucia senza lasciar residuo: si scioglie discretamente negli acidi idroclorico, nitrico, ed acetico, e più facilmente negli alcali caustici, ed anche nell'acqua di calce, la quale quando ne è satura perde la sua reazione alcalina. È poco solubile nell'acqua fredda e nell'alcole. Non contiene solfo e mostra contenere piccola quantità di azoto. Differisce dalla leucina per la sua difficile solubilità nell'acqua; non presenta la reazione degli acidi della bile, nè quella della tirosina proposta da Piria. Le sue soluzioni intorbidano fortemente il nitrato d'argento e il nitrato di sottossido di mercurio. Fatto bollire colla potassa, ed evaporato a secco il residuo, sviluppa cogli acidi l'odore dell'acido valerico.

L'A. ha trovato costantemente questo corpo nell'orina dei cani nutriti con carne; non ve lo ha trovato quando i cani sono nutriti con gelatina. Non si trova nell'orina umana, neppure degli individui che hanno fatto uso di abbondante vitto animale. L'A. osserva a ragione che questo corpo presenta la più grande somiglianza coll'acido cinurenico, scoperto da Liebig pochi anni addietro nell'orina del cane; di fatto le proprietà che offrono i due corpi non permettono di distinguerli.

SUL PRINCIPIO CRISTALLIZZABILE DELLA *Datisca cannabina*;

J. STENHOUSE.

(*Proced. of the R. Soc.* VII. 536.)

ESTRATTO

Fino dal 1816 Braconot estrasse dalle foglie della *datisca cannabina* un principio cristallizzabile, che chiamò *datiscina*, di cui descrisse con esattezza le proprietà.

Stenhouse ha ripreso l'esame di questa sostanza, che sembra presentare per i chimici un grande interesse. Esso l'ha ottenuta dalle radici della datisca cannabina provenienti da *Lahore*, ove la pianta viene impiegata per dare un color giallastro alla seta. Le radici polverizzate sono state trattate per lungo tempo con spirito di legno: la soluzione bruna che si forma è stata concentrata colla distillazione, ed il liquido sciropposo ottenuto venne trattato colla metà del suo volume di acqua calda. Per tal modo si separa la più gran parte di una materia resinosa che si trova nel liquido, e il principio cristallizzabile rimane disciolto, e si deposita colla evaporazione spontanea della soluzione, formando una massa cristallina somigliante allo zucchero d'uva. Si depura il prodotto, da un poco di acido tannico che contiene e dalla materia resinosa che sempre lo accompagna, trattandolo con gelatina e facendolo cristallizzare ripetutamente nello spirito di vino.

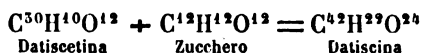
La datiscina pura è perfettamente scolorita, solubilissima nello alcole anche a freddo, poco solubile nell'acqua alla temperatura ordinaria, ma discretamente solubile a caldo; si discioglie un poco nell'etere. Dalla soluzione alcolica si deposita in aghi setacei; dalla soluzione eterea si separa in cristalli più grossi che dalle altre soluzioni. Riscaldata a 180° C. fonde, e ad una temperatura superiore brucia manifestando l'odore della caramella, e lasciando un carbone voluminoso. Riscaldata in vaso chiuso in una corrente di aria secca fornisce una piccola quantità di una sostanza cristallina, che si sublima.

La datiscina e le sue soluzioni hanno un sapore molto amaro; essa è disciolta dalle soluzioni alcaline, precipita da queste inal-

terata per l'addizione degli acidi. La sua soluzione acquosa fornisce precipitati gelatinosi gialli o verdastri coll' acetato di piombo, col cloruro di stagno, coi sali di rame e con quelli di sesquiossido di ferro. Riscaldata con acido solforico od idroclorico diluiti, si trasforma in una nuova sostanza cristallizzata, che è stata chiamata *datiscetina*, ed in zucchero d'uva; sicchè la datiscina appartiene alla classe dei *glucosidi*.

La datiscetina si presenta in aghi sottili quasi scoloriti; è appena solubile nell'acqua, si scioglie facilmente nell'alcole, e quasi in ogni proporzione nell'etere: non ha sapore, fonde a una temperatura superiore a quella della fusione della datiscina, e riscaldata con precauzione si sublima in parte. Si scioglie facilmente nelle soluzioni alcaline; la sua soluzione alcolica è precipitata dall'acetato di piombo disciolto nell'alcole, sotto forma di precipitato di color giallo intenso, che sottomesso all'analisi fornisce dei numeri concordanti colla formula $C^{30}H^{8}O^{10}+2PbO$. L' analisi della datiscetina si accorda pure colla formula $C^{30}H^{10}O^{12}$.

Da ciò l'autore deduce la formula $C^{42}H^{22}O^{24}$ per rappresentare la composizione della datiscina, la quale sarebbe formata da

$$\underset{\text{Datiscetina}}{C^{30}H^{10}O^{12}} + \underset{\text{Zucchero}}{C^{12}H^{12}O^{12}} = \underset{\text{Datiscina}}{C^{42}H^{22}O^{24}}$$

Egli è però poco probabile che tale formula rappresenti la vera composizione di questa sostanza, non ritrovandosi mai nei glucosidi la somma complessiva degli elementi dei gruppi secondari che li compongono.

Facendo bollire la datiscina con una soluzione concentrata di potassa, essa si decompone, e fornisce per l'addizione degli acidi della datiscetina. Il lievito di birra e l'emulsina sembrano non aver azione sulle soluzioni di datiscina. Una soluzione acquosa di datiscina pura fatta bollire per alcune ore, si decompone in piccola proporzione in datiscetina e zucchero.

L'acido nitrico concentrato agisce energicamente sulla datiscina, e sulla datiscetina producendo colla prima acido nitropicrico ed acido ossalico, colla seconda acido nitropicrico soltanto. La datiscina riscaldata coll'acido nitrico diluito si discioglie e fornisce dei cristalli di color giallo pallido, che sembrano costituire dell'acido nitrosalicilico.

Facendo agire la potassa fondente sulla datiscetina si sviluppa idrogeno, ed il residuo acidulato con acido idroclorico precipita una materia resinosa, la quale colla sublimazione fornisce dei lunghi cristalli scoloriti, che somigliano all'acido benzoico, e che coi sali di ferro danno la reazione caratteristica dell'acido salicilico.

Distillando la datiscetina con acido solforico e bicromato di potassa, si ottengono delle gocciole oleose, che hanno l'odore e le reazioni dell'idruro di salicile.

L'A. conclude da queste esperienze che la datiscina è uno dei glucosidi che più si ravvicinano alla salicina. Esso propone d'impiegare per la tintura della seta la soluzione precedentemente trattata con acido solforico, per convertire la datiscina in datiscetina che ha un potere colorante più intenso.

Sarebbe stato molto a desiderarsi che l'A. avesse dato a queste esperienze una maggiore estensione, tanto più che dalle formule da esso adottate non s'intende bene la metamorfosi in acido salicilico ed in idruro di salicile.

SULL' OZONO; R. ANDREWS.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 371)

ESTRATTO

Baumert ha emesso alcuni anni addietro l'opinione che l'ozono, che si forma sulla elettrolisi dell' acqua, sia diverso da quello che si produce per l'azione delle scintille elettriche sull'ossigeno. Nel primo caso l'ozono, secondo questo chimico, avrebbe dovuto considerarsi come un perossido d'idrogeno rappresentato da HO^3, mentre nel secondo, avrebbe costituito una modificazione allotropica dell'ossigeno. Andrews si è ora proposto di decidere la quistione ricercando se l'ozono che si sviluppa per via elettrolitica contiene idrogeno. A quest'oggetto ha fatto passare l'ossigeno, che si formava decomponendo l'acqua colla corrente elettrica, in un apparecchio precedentemente pesato, il quale era formato di due parti, l' una contenente una soluzione acidulata di ioduro di po-

tassio, l'altra dell'acido solforico concentrato. Nella prima parte veniva ritenuto l' ozono che si trovava mescolato all' ossigeno, nella seconda l'acqua che si sarebbe evaporata dalla soluzione. Il peso dell' apparecchio dopo l'esperienza indicava la quantità di ozono che si era fissato, la quantità d'iodo divenuta libera equivalente alla quantità d'ossigeno fissato, permetteva di calcolare quale fosse la proporzione dell'ossigeno contenuta nell'ozono. I resultati di 5 esperienze, nelle quali l' aumento di peso dell'apparechio era dato da numeri compresi fra 0gr,0107 e 0gr,0379, indicarono che il peso dell'ozono fissato, era eguale al peso dell'ossigeno corrispondente all' iodo posto in libertà. Da ciò l'A. conclude che l' ozono contenuto nell'ossigeno, ottenuto per via elettrolitica, non è altro che ossigeno attivo, come quello che si ottiene con altri mezzi, e costituisce una modificazione allotropica di questo gas.

In un'altra serie di esperienze l' A. ha trovato, che trasformando in ossigeno ordinario coll'azione del calore delle quantità di ozono preparato elettroliticamente, che ascendevano da 27 a 38 milligrammi, non si sviluppava la menoma traccia d'acqua; ciò che vale a confermare viemaggiormente la conclusione sopra accennata.

L' ozono tanto preparato colla elettrolisi dell' acqua, quanto coll'azione delle scintille elettriche sull'ossigeno, si mostra sempre dotato delle stesse proprietà: in qualunque modo sia ottenuto, si trasforma in ossigeno ordinario alla temperatura di 237 gradi, subisce la stessa trasformazione passando sul perossido di manganese, non è assorbito dall' acqua; ma agitato con una gran quantità di questo liquido, o con soluzioni di calce o di barite, viene decomposto.

SUL SILICIO; F. WOHLER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 266)

ESTRATTO

Nel tomo II di questo giornale a pag. 461 riferimmo quanto era stato pubblicato sul silicio da Wöhler e Deville. Aggiungiamo ora alcune particolarità fatte ultimamente conoscere da Wöhler su questo corpo importante.

Per preparare il silicio sotto forma cristallina si fonde in un crogiuolo ordinario di Hesse dell'alluminio con una quantità di fluoruro di silicio e di sodio, o di fluoruro di silicio e potassio ben disseccato, che sia da 20 a 40 volte il peso del metallo adoperato. Si mantiene la massa per circa 1/4 d'ora allo stato liquido alla temperatura della fusione dell'argento. Dopo il raffreddamento si trova in mezzo ad una scorie bianca o grigia un regolo metallico di color bruno costituito da una combinazione di alluminio e di silicio, che contiene una gran quantità di silicio cristallino. Si polverizza grossolanamente la massa metallica, e si pone in contatto di acido idroclorico, concentrato per disciogliere l'alluminio; il silicio rimane come residuo: si tratta questo con acido idrofluorico di media concentrazione per disciogliere della silice, che sembra prodursi nell' atto della soluzione del composto definito di alluminio e silicio, poi si lava con acqua e si dissecca.

In diverse esperienze impiegando sempre 100 p. di silicio, sono state ottenute, a secondo della durata del riscaldamento, da 70 a 80 parti di alluminio contenente silicio, nella proporzione di 65 a 70 per 0/0 del suo peso di silicio cristallino. L'alluminio sembra qui determinare la cristallizzazione del silicio, allo stesso modo che il ferro fuso determina la trasformazione del carbone amorfo in grafite.

Il silicio in questo stato si presenta sotto forma di fogliette cristalline, di splendore metallico, molto somiglianti alla grafite che si trova sugli alti forni, ma di splendore più metallico, e con una tinta che volge al grigio piombo. Polverizzato sottilmente

costituisce una polvere di color bruno cupo. Quando s' impiega per la sua preparazione un eccesso di alluminio, o quando la durata del riscaldamento è breve, si ottiene un regolo più povero in alluminio; ma il silicio si trova in cristallini isolati i quali in parte si sono separati alla superficie in grosse tavole esagonali, che hanno spesso degli spigoli curvi come il diamante.

Il silicio è più duro del cristallo, chè viene intaccato da esso; all' incontro non intacca il topazio. Il suo peso specifico a 10° è di 2,490, in modo che il corpo elementare è più leggero della sua combinazione coll'ossigeno, (il cristallo di monte ha una densità compresa fra 2,6 e 2,8).

L'A. ha confermato l' osservazione già fatta da Deville, che il silicio cristallino può essere riscaldato al calor bianco in una corrente di ossigeno senza bruciare e senza variare di peso. Può inoltre riscaldarsi al più intenso calor bianco senza che si fonda, e senza che perda il suo splendore: sembra essere così poco fusibile come il carbonio. Esso mostra la straordinaria proprietà, già osservata da Berzelius sul silicio amorfo di trasformarsi in acido silicico quando viene arroventato coi carbonati alcalini, decomponendo con ignizione l'acido carbonico in carbone nero, ed in ossido di carbonio che si sviluppa.

Come il silicio amorfo, il silicio cristallino non è attaccato da nessun acido. All' incontro riscaldato con una soluzione moderatamente concentrata di potassa o di soda, si discioglie, con lentezza ma completamente con sviluppo d'idrogeno e produzione di acido silicico. Riscaldato in un' ampolla di vetro in una corrente di gas cloro secco e privo di ossigeno, si trasforma con ignizione in cloruro liquido di silicio, e non lascia residuo se precedentemente è stato trattato con acido idrofluorico, in caso contrario fornisce un residuo bianco di silice.

SULLE VARIAZIONI NORMALI CHE HANNO LUOGO NELLA COMPOSIZIONE DEL LATTE DI VACCA NEI DIVERSI PERIODI DEL GIORNO; BOEDEKER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 150)

ESTRATTO

La grande discordanza che si osserva nelle analisi del latte normale hanno indotto l'A. a pensare che essa provenisse dal non essersi tenuto conto delle ore nelle quali il latte veniva estratto dall'animale. L'esperienza ha confermato questa supposizione, avendo esso osservato una differenza notevole nella composizione del latte di vacca dello stesso animale, a seconda delle diverse ore della giornata.

In queste analisi fatte dall'A. assieme a Struckmann si è cercato di evitare le cause d'errore che potevano alterare i risultati, e si è specialmente fatta con ogni cura la determinazione dello zucchero di latte e dell'albumina, che dal maggior numero degli osservatori era stata trascurata.

Dopo che è stata con una serie di esperienze posta in rilievo la diversità di composizione del latte della mattina da quella del mezzogiorno, gli A.A. hanno determinato comparativamente la composizione del latte dei due periodi rammentati con quello della sera. Ecco i resultati ottenuti in queste ricerche; ciascuna colonna rappresenta la media di due serie di determinazioni:

	LATTE DELLA MATTINA Peso specif. = 1,038	LATTE DEL MEZZOGIORNO Peso specif. = 1,040	LATTE DELLA SERA Peso specif. = 1,036
Corpi solidi	10, 03	10, 80	13, 40
Acqua	89, 97	89, 20	86, 60
Grasso	2, 17	2, 63	5, 42
Zucchero di latte	4, 30	4, 72	4, 19
Acido lattico	0, 05	0, 05	» »
Sali	0, 83	0, 72	0, 78
Albumina	0, 44	0, 32	0, 31
Caseina	2, 24	2. 36	2, 70
	100, 00	100, 00	100, 00

Da ciò si deduce;

1° Che l'accrescimento della materia grassa nel latte è dalla mattina alla sera così notevole, che la quantità totale delle materie solide è nella sera 1|3 più grande che nella mattina;

2° Che la quantità dei corpi proteici, albumina e caseina, rimane quasi costante;

3° Che la quantità dello zucchero di latte è massima al mezzogiorno, e diminuisce andando verso la sera;

4° Che il peso specifico del latte non può servire affatto a giudicare del suo valore; un aumento di peso specifico può essere dipendente dall'accrescimento dello zucchero di latte o dei corpi proteici; una diminuzione di esso può provenire da un aumento nell'acqua od anche nel burro.

Queste differenze sulla composizione del latte sono importanti non solo per la chimica fisiologica, ma sì ancora per la dietetica e per l'agronomia pratica, quando si rifletta che 100 grammi di latte della medesima qualità contengono la mattina 2, 17 gr. di burro (o piuttosto di grasso puro) e che invece la sera ne contengono gr. 5, 42, ossia più del doppio.

SOPRA UN NUOVO CORPO ORGANICO CONTENUTO NELLA CORTECCIA DEL FRUTTO DELLA *Juglans regia;* A. VOGEL JUN. E C. REISCHAUER.

(*N. Repert. für Pharm.* v. 106)

ESTRATTO

È noto che nella corteccia esterna delle noci mature e immature trovasi una materia colorante, la quale è caratterizzata dalla ostinazione colla quale aderisce alle sostanze che sono poste in contatto di essa. L'epidermide colorata in bruno da questa sostanza non si decolora che coll'acqua di cloro la più concentrata.

L'importanza riconosciuta in questi ultimi tempi dei preparati estratti dalle foglie verdi e dalla corteccia delle noci nella cura delle scrofole, ha indotto gli AA. a prendere in esame queste sostanze, onde vedere di estrarne il principio attivo, il quale non sembra mantenersi inalterato negli estratti ottenuti coi modi ordinari, e conservati nelle Farmacie.

In queste ricerche essi hanno ottenuto dalla corteccia delle noci un prodotto cristallizato, operando come segue.

Una gran quantità di scorze fresche sono state triturate in un mortaio di pietra e quindi sottomesse alla pressa, il liquido torbido ottenuto è stato agitato in un vaso ben chiuso, colla metà del suo volume di etere, e la soluzione eterea è stata abbandonata all'evaporazione spontanea. Come residuo si trova della materia resinosa, della clorofilla ed una sostanza cristallizzata in aghi gialli microscopici. Trattando questo residuo con alcole si disciolgono le materie resinose, e la sostanza gialla rimane allo stato puro. L'alcole che ha servito a questa operazione deposita colla evaporazione degli aghi formati dalla sostanza gialla, che quantunque difficilmente, pure si scioglie un poco nell'alcole.

Il prodotto cristallino giallo sopra ricordato si scioglie immediatamente nell'ammoniaca, e fornisce una colorazione rossa magnifica, simile a quella che serve a scoprire l'acido urico. Come l'ammoniaca agiscono gli alcali, il borace, l'acetato basico di piombo. Riscaldando questo prodotto in un tubo di vetro ad una temperatura un poco superiore a 100°, esso si sublima in aghi del colore

del prussiato rosso di potassa, lasciando un residuo carbonoso insignificante. Questi aghi giallo-rosastri lunghi $\frac{1''}{2}$ sono molto fragili, insolubili completamente nell'acqua, difficilmente solubili nell'alcole, solubilissimi nell'etere e nell'ammoniaca. Trattati con potassa non sviluppano ammoniaca. Essi non possono ottenersi cercando di sublimare il residuo greggio della soluzione eterea prima di averlo depurato dalle materie resinose. Il nuovo prodotto una volta ottenuto allo stato puro si conserva inalterato, ma si altera prontamente quando si trova nel sugo estratto dalle scorze delle noci, od anche nell'estratto etereo. Ciò spiega perchè non si possa ottenere alcun prodotto giallo cristallizzato dall'estratto delle scorze delle noci, che si trova nelle Farmacie.

Nel succo che contiene il corpo cristallizzato di cui si è tenuto parola oltre le materie resinose si trova ancora una sostanza somigliante all'acido tannico, che può precipitarsi coll'acetato di piombo che colora in nero i sali di ferro, ma che differisce però dall'acido tannico per non avere azione sulla gelatina.

Gli AA. si propongono di riprendere in breve queste ricerche.

MONOGRAFIA DELLE FORME CRISTALLINE PRESENTATE DAL FELDSPATO ORTOSE NEL GRANITO TORMALINIFERO DELL'ISOLA D'ELBA;

DEL DOTT. L. BOMBICCI.

Il Feldspato ortose del granito tormalinifero dell'isola d'Elba, presenta forme cristalline così nitide e così svariate, che lo studio di esse riesce importante, oltre che per la esatta cognizione che ne può derivare di questo particolare giacimento, anche per quella della specie mineralogica, risolvendo qualche dubbiezza che tuttora sussiste intorno al valore di alcuni degli angoli.

Alcune facce che nei cristalli di questo Feldspato dell'Elba si osservano, possono riferirsi a forme se non ad esso esclusive, almeno rarissime ad incontrarsi nei cristalli di Feldspato di altre località. Viene con ciò ad accrescersi l'interesse che presenta lo studio di essi, potendosene desumere fondati ed istruttivi con-

fronti con le forme cristalline dell' ortose, e di altre località, e di graniti appartenenti ad altre e distinte epoche di eruzione.

Partendomi in tali ricerche da un prisma monoclino, in cui l'asse principale è inclinato sul 1° asse secondario di 115°, 5', quale ho creduto poter assegnare all'ortose, ho trovato prevalere nelle forme di questo le facce verticali di esso prisma (M. fig. 1), le seconde facce laterali (g', fig. 1), le basi (P. fig. 1), e le facce di un primo prisma orizzontale (a', fig. 1).

Questa forma più semplice del Feldspato ortose è sovente complicata da faccette che appartengono ad altre forme, delle quali in breve farò parola; ed è nella fig: 1, che ho tutte riunite quelle trovate abbastanza sviluppate onde assoggettarle alla misurazione.

Tra queste faccette le h' che si sostituiscono ai due spigoli ottusi del prisma monoclino, sono appunto quelle che come già accennavo si possono riguardare speciali del nostro Feldspato, e quantunque in generale poco estese, in qualche caso sono molto sviluppate (Fig. 4).

Le $a^{1/2}$ il più spesso sono poco sviluppate, ma talora si estendono fino a rendere subordinate le a' (fig.ª 6, 8). Vi si nota ordinariamente una striatura che accenna alla composizione di numerosi prismi orizzontali di ordine diverso.

Le facce ottaedriche $6^{1/2}$, talvolta sono molto estese (fig. 7), tal'altra sono grandemente subordinate, e sono le superiori-posteriori, ed anteriori-inferiori dell'ottaedro monoclino.

Finalmente le g^2 sono poco frequenti, e sempre molto subordinate.

Merita inoltre considerazione il bellissimo esempio di *emitropia* parallela alle facce del prisma verticale di cui, nelle figure 9, 10, 11, 12, vedesi il disegno. La fig. 11 rappresenta una forma riferibile a quella propriamente detta *emitropa* dall' Hauy. A questa si uniscono talvolta le faccette g^2 come nella fig. 12. Questa emitropia rende i cristalli che la presentano paragonabili a quelli di Baveno, nei quali le forme emitrope prevalgono grandemente, e che sovente somigliano a quella rappresentata nella fig. 10.

I valori che espongo sono stati da me ottenuti con lo studio dei numerosi esemplari, che io poteva sottoporre alle mie inda-

gini; hanno quindi in appoggio il confronto delle molteplici osservazioni. Ma i valori fondamentali, oltre che con il mezzo della diretta misurazione, sono stati verificati con il calcolo instituito dietro dati geometrici, senza che nel calcolo medesimo abbia mai dovuto allontanarmi dal resultato dell' osservazione.

Ho trovato inoltre che, l'ammettere i valori che l'Hauy attribuisce agli angoli formati dalle faccette g^2 con la g' e con la M (150° e 150°), condurrebbe a dover riguardare la faccetta di modificazione g^2, ugualmente inclinata sulle due facce adiacenti g',M; ossia come una faccetta di troncamento dello spigolo g'M, cosa che va poco d'accordo con la legge di simmetria, appartenendo esse due facce adiacenti a forme diverse.

Ammettendo invece i miei valori 148°,22',45'' per Mg^2, e 152 per g^2g' ne risulta per conseguenza geometrica un valore per l'angolo MM uguale o almeno vicinissimo a quello datomi dalla misurazione diretta, e che di più trovo essere intermedio a quelli che danno l'Hauy ed il Rose di 120° e quelli che gli assegnano il Kupffer ed il Levy di 118°, 48' il primo, di 118°, 58' il secondo: essendo il valore da me trovato di 119°,45'.

Ancora il valore che credo convenire all' angolo formato dalle facce P ed a', è alquanto maggiore di quello dato dall'Hauy essendo secondo questo 128°, 51', secondo me 129°, 80'. Ma il Dana ed il Levy danno essi pure a questo angolo un valore maggiore di 128°, 51' essendo per il Levy 129°, 40', per il Dana 129°, 30' valori vicinissimi a 129°, 80'. Questo numero va geometricamente d'accordo con quelli degli altri angoli con esso in rapporto; due di essi, quelli cioè forniti dalle faccette a', $a^{1/2}$, e dalle P, 4' hanno altresì il vantaggio di aver confermato il valore che gli assegno da numerose e concordi osservazioni.

Quindi dietro tali considerazioni, ho fiducia che possano venire ammessi i valori seguenti. — Peraltro alcuni fra essi sono tuttavia incerti, e ciò per essermi mancato disgraziatamente un esemplare abbastanza idoneo, onde offrirmi con sufficiente nitidezza ed estensione gli angoli ai quali quei valori si riferiscono.

Mi è grato profittare della pubblicazione dei miei risultati relativi al Feldspato ortose dell'isola d'Elba, per annunciare che nell'Isola stessa hò riconosciuto l'esistenza di due minerali fin ora ivi non incontrati, uno dei quali è l'arseniato idrato di cobalto,

conosciuto con il nome di *eritrina*, e che si presenta al capo Calamita in una roccia limonitica con gli stessi caratteri dell'eritrina di Schwatz e di Schneeberg, con distinta cristallizzazione. — L'altro è il doppio solfuro di antimonio e piombo detto *boulangerite*, che fin ora non si è trovato in Toscana se non che nella miniera del Battino nel gruppo delle Alpi Apuane, e di cui adesso ho riconosciuta l'esistenza in una roccia quarzosa nel golfo di Procchio. — Non è ben cristallizzato, e fin adesso non si è trovato che in quantità piccolissima.

SOLFATO DI ZINCO PER LA CONSERVAZIONE DELLE SOSTANZE ANIMALI; NOTA DI STRAUSS-DURCKHELM.

(*Comp. Rend.* XLII. 808)

ESTRATTO

Fino dal 1842 l'A. dichiarava in un suo trattato pratico di Anatomia comparativa, le virtù antiputride della soluzione satura di solfato di zinco (14 p. di sale, 10 p. di acq.). Oggi presenta all'Accademia la testa di una *Roussette* della famiglia degli Squali, conservata da 16 anni in detta soluzione. L'aspetto, la consistenza e persino l'odore sono conservati. Il resultato di questa prova, determina l'A. a raccomandarla per la conservazione dei pezzi patologici, e crede che possa servire ottimamente per mummificare animali, iniettandola nelle arterie.

NOTA SOPRA L'INULINA; DI DUBRUNFAUT.

(*Comp. Rend.* XLII. 803)

ESTRATTO

L'A. dopo avere ricordato col nome dello scopritore quello degli altri chimici che si occuparono più specialmente di questo

corpo, lamenta le contraddizioni che s'incontrano nei diversi lavori dei medesimi, e fa scopo di questa nota il dileguarli.

Qualunque sia, egli dice, l'origine dell'inulina, quando è pura presenta sempre le stesse proprietà fisiche e chimiche. Tanto la modificazione trasparente che l'opaca, hanno la stessa chimica composizione.

L'inulina nel suo stato d'idratazione ordinario perde di peso nell'aria secca senza alterarsi: scaldata a 100° il suo peso diminuisce ancora; da 100° a 180° non soffre alcun cangiamento; al di là di questa temperatura ingiallisce, ed a 190° si fonde alterandosi nella sua chimica composizione, con piccola perdita in peso. Il massimo della sua disidratazione adunque si ottiene a 100° pel solo mezzo del calore; ed in questo stato analizzata, ha fornito all'A. i numeri seguenti per la sua composizione:

Carbonio . . . 44, 321,
Acqua 55, 679;

di dove se ne ricava la formula

$$C^{12}H^{10}O^{10},$$

la quale concorda con quella assegnatale da Mulder, e che puossi considerare come la formula dell'inulina anidra; non dovendosi ritenere quella dedotta dalle sue combinazioni col piombo, giacchè l'inulina si altera in contatto delle basi.

La formula $C^{12}H^{10}O^{10}, HO$, identica a quella dello zucchero di canna e dello zucchero di latte, è corrispondente all'inulina disseccata a +10° nell'aria secca; alla qual formula si arriva facilmente tenendo conto della perdita di peso che fa il corpo da questo stato d'igrometricità a quello di perfetta disidratazione e calcolando coi dati dell'analisi precedente.

L'inulina anidra è avidissima dell'acqua. La modificazione trasparente, messa in questo liquido s'idrata e diventa opaca, gonfiandosi; allora prende l'aspetto di globuli, di circa $\frac{1}{100}$ di millimetro di diametro, che differiscono da quelli dell'amido per non offrire alcun indizio discernibile di doppia rifrazione, così ben distinta nei globuli del suo congenere.

La densità dell'inulina, presa dall'A. sopra il composto d'idratazione stabile, la trovò di 1,361 e corrisponde all'incirca alla

formula $C^{12}H^{10}O^{10}, 3HO$; per cui la densità dell'inulina anidra sarebbe di 1,462.

L'inulina, al contrario della destrina e del glucosio, coi quali ha tanta analogia di caratteri, devia a sinistra il piano di polarizzazione. L'A. ha trovato pel potere rotatorio di questo corpo, preso nello stato corrispondente alla formula $C^{12}H^{10}O^{10}, 3HO$, i numeri seguenti:

$$(a)_i = - 38,43,$$
$$(a)_r = - 29,46;$$

da questi numeri si ricaverebbero per l'inulina anidra gli altri:

$$(a)_i = - 44,90,$$
$$(a)_r = - 34,42.$$

L'inulina pura è pochissimo solubile nell'acqua a freddo: a +10° l'acqua salura non ne contiene che un peso proporzionale a 0,005; a +66° vi si scioglie in abbondanza. Grammi 100 d'inulina sciolti a caldo in un litro d'acqua, non precipitano col raffreddamento che dopo 12, o 24 ore. L'acqua madre però ritiene ancora da 0,04 a 0,05 d'inulina disciolta, la quale non si separa che dopo un tempo assai lungo; per cui è supponibile che essa vi si trovi modificata, quantunque non offra alcuna variazione nel suo potere rotatorio. Quest' anomalia, di cui si riscontrano esempi in tanti altri corpi, spiega facilmente il disaccordo nei vari numeri assegnati dai diversi sperimentatori per la solubilità di questo composto.

Per quanti tentativi abbia fatto l'A. non è punto riuscito a far subire all'inulina la fermentazione alcolica; ed inclina perciò a ritenerla infermentescibile (1).

L'inulina in seno dell'acqua scaldata a 100°, senza attivarne l'ebollizione, si saccarifica compiutamente, ma con lentezza; la presenza degli acidi produce l'effetto con rapidità. Lo zucchero che si forma è incristallizzabile, ed è identico a quello riscontrato nello zucchero dei frutti: la sua proprietà dolcitiva è pressochè eguale a quella dello zucchero di canna.

(1) L'A. intende parlare dell'inulina comunemente conosciuta, non dovendola confondere con un prodotto analogo che si trova in molti vegetali, e che è capace di subire la fermentazione alcolica.

Il potere rotatorio dell'inulina aumenta d'assai colla saccarificazione, come venne osservato da Bouchardat. Secondo l' A., quando la saccarificazione è completa, il potere rotatorio di essa si eleva fino a $\frac{5}{2}$. In tale stato l'inulina ha sofferto un cambiamento analogo a quello osservato nello zucchero di canna durante la sua inversione.

Lo zucchero d'inulina secco ha la formula $C^{12}H^{12}O^{12}$; esso subisce la fermentazione alcolica senza alterarsi, e ne viene quindi che l'inulina idrata $C^{12}H^{10}O^{10}$, HO si appropria un equivalente d'acqua per trasformarsi in zucchero fermentabile.

L'inulina offre sotto diversi rapporti una grande analogia col suo congenere organico, l'amido; queste analogie si scoprono maggiormente nelle diverse trasformazioni che questi corpi subiscono. È rimarchevole sopratutto ciò che si osserva nel loro potere rotatorio, il qual esebbene di segni contrari, è d'ineguale intensità, pure il piano di polarizzazione devia nell'istesso verso per entrambe le sostanze, quando queste subiscono la trasformazione zuccherina; per cui, mentre il potere rotatorio dell'amido diminuisce, quello dell'inulina aumenta.

L' A. termina la sua nota esaltando l' interesse che può presentare questo corpo all'industria ed al commercio, collocandola a lato dell'amido e della fecola. Essa si può estrarre con facilità ed in abbondanza da molti prodotti che servono di nutrimento all' uomo ed a molti animali; e, come sostanze molto ricche di questo principio, propone la coltivazione del tartufo bianco e delle dalie per l'estrazione dell'inulina.

NOTA SULLA ROTAZIONE VARIABILE DEL GLUCOSIO D'UVA;

DI DUBRUNFAUT.

(*Comp. Rend.* XLII. 739).

Estratto

Era già stampato l' estratto a pag. 232, quando ci venne sott'occhio questa nota, in cui l'A. espone i risultati di alcune espe-

rienze da lui eseguite affine di verificare le conclusioni di Bechamp intorno alla probabile causa dal potere rotatorio variabile del glucosio.

Dubrunfaut dopo avere ricordato l'idea altra volta emessa, che questa variabilità nel potere di rotazione dello zucchero, possa dipendere da un'alterazione molecolare sofferta dal glucosio nel passaggio alternativo dallo stato cristallino a quello di soluzione, cerca di dimostrarlo con esempi: e ricorda dei fatti di diversa solubilità del glucosio, come pure dello zucchero di latte e di altri composti cristallizzabili tanto organici che inorganici; fatti, che unitamente a molti casi di sopra saturazione di liquidi, voglionsi ripetere, egli dice, dal diverso assettamento molecolare avvenuto nell'intima costituzione di questi corpi.

L'A. pretende che quando si disidrata diligentemente il glucosio, senza oltrepassare certi limiti di temperatura, il prodotto conserva i suoi due poteri rotatori, i quali, misurati attentamente e rettificati per mezzo del calcolo, conducono al rapporto di $\frac{66}{35}$ da lui precedentemente stabilito per il glucosio puro; mentre invece se si spinge l'azione del calore fino ad indurre nel glucosio un'alterazione molecolare, allora il prodotto avrà un potere rotatorio invariabile, e precisamente il più debole. Egli spiega inoltre i risultati ottenuti da Bechamp, ammettendo che l'esperienze di questo chimico e da noi precedentemente riferite, siano state fatte in queste ultime condizioni.

SULL'AZIONE CHE LE COMBINAZIONI DELL'OSSIDO DI RAME COGLI ACIDI GRASSI ESERCITANO SULL'ORGANISMO ANIMALE;

W. LANGENBECK E G. STAEDELER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 155)

ESTRATTO

Alcuni Tossicologi ritengono che le combinazioni dell'ossido di rame cogli acidi grassi abbiano azione venefica sull'organismo altri invece ammettono il contrario. Non esistendo prove dirette

in favore dell'una o dell'altra opinione, gli autori hanno creduto conveniente di eseguire alcune esperienze su questo soggetto.

Avendo amministrato ad un cane un'oncia d'olio, che conteneva 0,03 gr. di ossido di rame disciolto, l'animale ha vomitato ben presto la materia ingerita; sembrava rimanere alquanto depresso di forze, ma si è riavuto in breve. Al medesimo animale nello spazio di 8 giorni è stata amministrata di nuovo la stessa quantità di soluzione di rame, poi una quantità doppia, ed infine per 4 volte si fecero ingerire all'animale delle quantità di stearato di rame, che variavano da 0,2 gr. a 1 gr. In nessun caso si sono manifestati fenomeni che accennassero ad avvelenamento.

A due altri cani è stato amministrato un sale di rame, ottenuto precipitando una soluzione di sapone per mezzo del solfato di rame, e praticando la legatura dell'esofago. All'uno di questi cani è stato dato 7,5 gr. di sale contenente 0,7 gr. di ossido di rame, all'altro 6 gr. di composto rameico contenente 0,56 gr. di ossido. Tanto nell'uno, quanto nell'altro animale si sono manifestati conati di vomito con emissione di materie fecali verdastre, ma dopo un giorno i due animali non risentivano più alcuno sconcerto, e mangiavano con appetito.

Dopo quattro giorni, avendo fatto ingerire ad uno di questi cani 0,5 gr. di acetato neutro di rame stemperato nell'olio, in breve l'animale diede segni di atroci sofferenze, cadde sopra un lato mostrando respiro affannoso, e dopo un giorno morì.

Una nuova esperienza è stata fatta amministrando ad un cane robusto 0,5 gr. di butirato basico di rame: l'animale ha manifestato grande depressione di forze accompagnata da frequentissime pulsazioni del cuore: il terzo giorno dopo l'esperienza presentava gli stessi fenomeni, ed era quasi privo di vita.

Da queste esperienze gli AA. deducono che le soluzioni dell'ossido di rame nei grassi, e specialmente le combinazioni di quest'ossido cogli acidi stearico ed oleico, hanno un'azione nociva sull'organismo, ma non sono veramente venefiche, anche quando siano amministrate a forti dosi; che per lo contrario i sali di rame degli acidi grassi volatili, costituiscono dei veleni potenti, tanto più attivi, quanto più piccolo è l'equivalente dell'acido.

Siccome la soluzione di sapone converte i sali di rame solubili in oleato e stearato insolubili, gli AA. hanno pensato che essa potesse servire di antidoto negli avvelenamenti operati dal rame. Per vedere se ciò fosse, essi hanno amministrato a due cani 1 gr. di acetato di rame, e immediatamente dopo una quantità di soluzione di sapone mista ad olio, capace di precipitare completamente l'acetato di rame adoperato. L'antidoto non ha giovato, giacchè i due cani sono morti: in altri casi però la soluzione di sapone ha preservato dalla morte cani, ai quali erano state fatte ingerire dosi di acetato di rame anche maggiori di quelle sopra ricordate.

Il cane sottomesso alla prima esperienza citata, è stato alla fine ucciso colla brucina, ed è stato ricercato se i suoi organi contenessero rame: nei reni, nell'orina e nella bile si sono ritrovate tracce di questo metallo, che era poi in quantità notevole accumulato nel fegato: questo viscere pesava 219 gr. e conteneva 0,0545 gr. di ossido di rame. Il fegato del cane che aveva ingerito il butirato di rame conteneva pure 0,0633 gr. di ossido di rame; il fegato dei cani che non avevano ingerito rame conteneva, in media di 3 esperienze, solo 0,0016 gr. di ossido di rame.

Il trovarsi quantità assai notevoli di rame accumulato nel fegato poteva far credere, che gli acidi della bile formassero coll'ossido di rame combinazioni dotate di poca azione sull'organismo; ma l'esperienza diretta ha mostrato il contrario.

Secondo gli AA. l'accumularsi del rame nel fegato, e quindi la sua lenta eliminazione dall'organismo, ha luogo senza inconvenienti; perchè solo piccole quantità di metallo alla volta passano dal fegato nella bile, e con questa nel tubo intestinale, e per la massima parte sono poi rigettati assieme agli escrementi.

SULL'ACIDO VOLATILE CHE SI FORMA NELLA FERMENTAZIONE DELL'ORINA DIABETICA; C. NEUBAUER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 129)

ESTRATTO

È noto che l'orina diabetica entra molto facilmente in fermentazione acida, ed a mano a mano che l'acidità aumenta, diminuisce la quantità di zucchero in essa contenuto. Secondo Fonberg si formerebbe in queste condizioni dell'acido butirico; ma egli non appoggia questa sua asserzione con nessuna esperienza.

È per ciò, che l'autore ha esaminato di nuovo questo soggetto. L'orina diabetica chiara e avente reazione acida, lasciata a sè per alcune ore in luogo caldo s'intorbida, ed acquista ben presto un aspetto lattiginoso.

Osservata col microscopio si vedono in essa una infinità di globuletti allungati, trasparenti, somiglianti ai globuli del fermento.

L'acidità dell'orina va successivamente crescendo, e nello stesso tempo ha luogo sviluppo di bollicine gassose. Dopo sei o otto giorni questi fenomeni cessano: nell'orina fortemente acida non si rinviene più traccia di urea, non si manifesta alcun odore alcolico, e si trova una notevole quantità di zucchero tuttora indecomposto. Neutralizzando l'acido libero con una soluzione di soda la fermentazione acida ricomincia, senza che però in questo caso abbia luogo sviluppo gassoso, e prosegue fino a che tutto lo zucchero non è scomparso. Concentrando il liquido e distillandolo con un eccesso di acido tartarico, si ottiene un prodotto fortemente acido, che è costituito da acido acetico puro, com'è dimostrato dalle analisi che l'A. ha fatto dei suoi sali di barite e di argento. Nessun altro acido volatile si è prodotto in questa fermentazione: solo verso la fine della distillazione compariscono delle fogliole cristalline di acido benzoico, provenienti dall'acico ipurico contenuto nell'orina. Secondo Becker anche l'orina normale dei carnivori o degli erbivori avrebbe la

proprietà di trasformare in breve tempo quantità notevoli di zucchero in un prodotto acido. L'A. ha trovato però che ciò non si verifica; giacchè lasciando anche per dieci giorni dell'orina normale in contatto con zucchero d'uva ad una mite temperatura, nè lo zucchero era scomparso, nè si era formato acido acetico in quantità maggiore di quella, che potesse fornire un uguale volume di orina, abbandonata alla decomposizione spontanea. Questa osservazione è d'accordo con un'esperienza analoga fatta da Liebig. L'A ha però osservato che, nonostante l'addizione dello zucchero all'orina, contrariamente a quello che questo chimico aveva detto, l'urea a capo di sette o otto giorni si trasformava completamente in carbonato d'ammoniaca.

L'A. spiega i fenomeni osservati nella fermentazione dell'orina diabetica, ammettendo che nello stesso tempo, che si forma acido acetico, l'urea si decomponga in ammoniaca ed in acido carbonico, il quale si svilupperebbe per la presenza dell'acido acetico. Esso osserva che questa decomposizione può indurre in errore, quando si ricorre alla fermentazione per determinare la quantità di zucchero contenuta nell'orina.

Se le esperienze sopra riferite sono, come vi ha luogo a crederlo, esatte, si dedurrebbe da esse, che nell'orina diabetica si sviluppa un fermento particolare che avrebbe la proprietà di convertire direttamente lo zucchero in acido acetico, il che indicherebbe un'altra notevole differenza fra l'orina diabetica e l'orina normale.

L'A. ha fatto ancora alcune ricerche onde ottenere gli acidi volatili che Staedeler avea trovato nell'orina, specialmente in quella di vacca. Da 15 libbre di orina normale trattata col metodo indicato dal chimico precitato, egli ha ottenuto una piccola quantità di materia oleosa, che manifestava le reazioni dell'acido fenico: non ha però potuto ottenere nessun altro prodotto volatile analogo, nemmeno impiegando maggiore quantità di materia prima.

LETTERA DEL DIRETTORE DELL'I. R. MUSEO FISICO DI FIRENZE AL PROF. C. MATTEUCCI.

Professore pregiatissimo!

Mi piace che il vostro accreditato Giornale annunzi il primo al pubblico che è stato ritrovato tra i manoscritti palatini il disegno originale che rappresenta il modo con cui il gran Galileo aveva immaginato di applicare il pendolo all'orivolo; disegno che è copia di quello, che accompagnò la lettera del Viviani diretta al principe Leopoldo, e nella quale è descritto il concetto di Galileo; e questa descrizione corrisponde esattamente al disegno ritrovato. Il Nelli, che primo pubblicò quella lettera del Viviani, la corredò di un disegno che non corrisponde col testo, quindi non fece che rendere più incerta la questione sulla priorità tra Galileo e Ugenio dell'applicazione del pendolo all'orivolo, tanto che nelle successive pubblicazioni di quella lettera la figura data dal Nelli fu omessa; ora il disegno ritrovato mostra chiaramente che questa applicazione devesi a Galileo.

Eccovi la storia genuina di questo ritrovamento. Il professore Corridi direttore dell'Istituto tecnico, reduce dall'esposizione universale ch'ebbe luogo a Parigi, mi disse aver seco recato l'orivolo che il sig. Bouquillon bibliotecario del Conservatorio imperiale di arti e mestieri aveva costruito, desumendolo dalla descrizione della lettera del Viviani interpretata a suo modo, ed insieme colla traduzione di essa, esposto in quella occasione solenne col titolo di Orivolo di Galileo. Parve al prof. Corridi che la traduzione francese non corrispondesse esattamente al testo italiano, e richiesto se mi fossero noti altri particolari in quel proposito, mi nacque naturalmente l' idea di far ricerca tra i manoscritti, della lettera originale del Viviani, e di esaminare se tra i varii disegni ed abbozzi in *lapis* ed in *penna*, che ricordavamo esistere come di corredo ad essa in un inserto ove fu raccolto tuttociò che appariva avere rapporto all'invenzione dell'orivolo a pendolo, esistesse un qualche disegno che fosse corrispondente alla descrizione del Viviani. In-

caricato di questa ricerca il nostro professore Puliti dovette ben tosto accorgersi, trovata la lettera originale del Viviani, che nella pagina appresso esisteva il disegno desiderato, il quale concordava appuntino colle parole di quella lettera. Una copia identica di questo disegno sarà collocata tra poco nella tribuna di Galileo, ove speriamo vedere presto in azione l'esatto modello del concetto che essa rappresenta. Così l'applicazione del pendolo all'orivolo fatta da Galileo prima di ogni altro in modo degno di lui semplice e sempre originale, sarà chiara per noi, come lo era a quel sommo — d'occhi cieco e divin raggio di mente —, che la concepiva e la vedeva lucidissima nel suo intelletto meglio di tutti i più chiaro veggenti del suo secolo! Ora mentre noi dobbiamo essere grati al signor Bouquillon dell'avere, nell'interesse della gloria di Galileo, applicato l'ingegno, e richiamata la nostra attenzione su tale argomento, danduci così occasione di ritrovare il vero ed originale disegno, vuole ogni ragione che si dia debita lode al nostro Italiano signor Giovanni Veladini che, ripigliando le note idee del Filosofo toscano, fino dal 1854 tentò primo di ristabilire l'opera dell'inventore, facendone eseguire un modello dall'orivolaio Kolschitter, e presentandolo all'Istituto di Milano, corredato di una memoria molto elaborata, la quale coll'analoga figura venne inserita negli atti del citato Istituto, tomo VI, pag. 191.

Spero che questa notizia riuscirà grata a tutti i lettori del vostro Giornale, che nato di poco, promette già quella prospera e rigogliosa vita che gli auguro di cuore.

Dalla Direzione dell'I. R. Museo di Fisica e Storia naturale di Firenze.

Li 20 maggio 1856.

Il Vostro Umilissimo
V. Antinori.

SULLE VARIAZIONI DELLA GRAVITÀ; PUYSEUX.

(*Cosmos* VIII. 469)

Puyseux ha presentato all'Accademia delle Scienze di Parigi in una delle ultime tornate, una memoria relativa alle variazioni che possono far subire alla gravità i movimenti di rotazione e di traslazione della terra, la deformazione che le maree producono nelle parti fluide del globo, le azioni, variabili col tempo e la situazione del punto attratto del sole e della luna ecc. Benchè gli effetti dovuti a queste diverse cause perturbatrici sieno leggerissimi, gli è sembrato interessante di ricercare quelli che sono suscettibili di essere enunciati semplicemente, e dei quali non ha creduto del tutto impossibile la verificazione sperimentale; ecco alcune delle conseguenze delle sue formule:

« Immaginiamo che un cannocchiale mobile nel piano del meridiano, e munito al suo fuoco d'un filo orizzontale, sia diretto verso un bagno di mercurio situato al disotto, in modo che l'immagine del filo vista per reflessione coincida coll'immagine veduta direttamente. Se si ripete la medesima esperienza con un altro bagno di mercurio situato più alto o più basso, il cannocchiale dovrà cangiare di posizione, atteso che la verticale non conservi esattamente la stessa direzione ad altezze differenti. Io determino il piccolo angolo del quale il cannocchiale deve rivolgersi; esso dipende dalla latitudine e dalla differenza di livello dei due bagni. Supponendo questa distanza uguale a 1000 metri e l'esperienza fatta al disopra del suolo, l'angolo del quale si tratta è all'incirca 0",17 alla latitudine di 45 gradi.

Un filo omogeneo, sospeso liberamente per una estremità non prende una forma esattamente rettilinea, esso si confonde sensibilmente con un arco di parabola. Il parametro di questa curva cangia con la latitudine, ma esso è indipendente dalla natura e dalla lunghezza del filo.

Un corpo solido, mobile attorno d'un asse verticale, non è, come comunemente viene ammesso, in uno stato d'equilibrio indifferente; esso tende ad orientarsi in certe direzioni le quali

non cangiano col tempo, allorchè l'asse di ruotazione coincide con la verticale del centro di gravità. Per esempio, una banderuola mobile attorno la verticale del suo centro di gravità, e divisa da quest'asse in due parti simmetriche, non può essere in equilibrio se non quando è diretta nel piano del meridiano, o in un piano a questo perpendicolare. L'equilibrio è instabile nel primo caso, ed è stabile nel secondo, spostata dalla posizione d'equilibrio stabile, la banderuola oscillerà da una parte all'altra se gli attriti inerenti ai modi di sospensione potranno essere assai attenuati; ma la durata delle oscillazioni, la quale oltrepasserà otto ore, mostra quanto sia piccola la forza che tende a produrle.

« Finalmente la medesima analisi determina le posizioni d'equilibrio d'un corpo mobile in tutti i sensi attorno il suo centro di gravità. Essa fa credere, per esempio, che una bacchetta sospesa per il suo centro di gravità tende a collocarsi nel piano del meridiano, in modo da fare con la verticale un piccolo angolo, il valore del quale è all'incirca di 6' alla latitudine di 45 gradi; nel nostro emisfero, la parte più bassa della bacchetta è dal lato del nord. »

Noi lamentiamo vivamente che l'autore non abbia stabilito un confronto fra i resultati della sua teoria e le esperienze di già fatte. Non avrebbe egli trovato, per esempio, una conferma de' suoi resultati nella bella esperienza fatta al Panteon da Jules Guyot, sulla quale noi tentammo invano di richiamar l'attenzione, e che noi andiamo a descrivere in poche parole? Guyot aveva collocato a 57 metri l'una dall'altra due sfere di madreperla, i centri delle quali coincidevano perfettamente con due punti presi su d'un filo a piombo in uno stato di perfetta immobilità. Le due sfere erano rischiarate col mezzo di due lumi che a loro comunicavano una luce senza raggi e senza reflessioni; aveva posto al disotto di esse, sopra il suolo, un vaso pieno di mercurio che presentava una superficie riflettente di 18 centimetri di diametro. Allora, guardando dall'alto, Guyot vedeva distintissimamente l'immagine della sfera superiore uscir fuori in totalità dall'allineamento delle due sfere, nel senso preciso di mezzodì; egli osservava al tempo stesso che traguardando la sfera superiore e la sua immagine, gli appariva la sfera in-

SULLE VARIAZIONI DELLA GRAVITÀ; PUYSEUX.

(*Cosmos* VIII. 469)

Puyseux ha presentato all'Accademia delle Scienze di Parigi in una delle ultime tornate, una memoria relativa alle variazioni che possono far subire alla gravità i movimenti di rotazione e di traslazione della terra, la deformazione che le maree producono nelle parti fluide del globo, le azioni, variabili col tempo e la situazione del punto attratto del sole e della luna ecc. Benchè gli effetti dovuti a queste diverse cause perturbatrici sieno leggerissimi, gli è sembrato interessante di ricercare quelli che sono suscettibili di essere enunciati semplicemente, e dei quali non ha creduto del tutto impossibile la verificazione sperimentale; ecco alcune delle conseguenze delle sue formule:

« Immaginiamo che un cannocchiale mobile nel piano del meridiano, e munito al suo fuoco d'un filo orizzontale, sia diretto verso un bagno di mercurio situato al disotto, in modo che l'immagine del filo vista per reflessione coincida coll'immagine veduta direttamente. Se si ripete la medesima esperienza con un altro bagno di mercurio situato più alto o più basso, il cannocchiale dovrà cangiare di posizione, atteso che la verticale non conservi esattamente la stessa direzione ad altezze differenti. Io determino il piccolo angolo del quale il cannocchiale deve rivolgersi; esso dipende dalla latitudine e dalla differenza di livello dei due bagni. Supponendo questa distanza uguale a 1000 metri e l'esperienza fatta al disopra del suolo, l'angolo del quale si tratta è all'incirca 0",17 alla latitudine di 45 gradi.

Un filo omogeneo, sospeso liberamente per una estremità non prende una forma esattamente rettilinea, esso si confonde sensibilmente con un arco di parabola. Il parametro di questa curva cangia con la latitudine, ma esso è indipendente dalla natura e dalla lunghezza del filo.

Un corpo solido, mobile attorno d'un asse verticale, non è, come comunemente viene ammesso, in uno stato d'equilibrio indifferente; esso tende ad orientarsi in certe direzioni le quali

non cangiano col tempo, allorchè l'asse di ruotazione coincide con la verticale del centro di gravità. Per esempio, una banderuola mobile attorno la verticale del suo centro di gravità, e divisa da quest'asse in due parti simmetriche, non può essere in equilibrio se non quando è diretta nel piano del meridiano, o in un piano a questo perpendicolare. L'equilibrio è instabile nel primo caso, ed è stabile nel secondo, spostata dalla posizione d'equilibrio stabile, la banderuola oscillerà da una parte all'altra se gli attriti inerenti ai modi di sospensione potranno essere assai attenuati; ma la durata delle oscillazioni, la quale oltrepasserà otto ore, mostra quanto sia piccola la forza che tende a produrle.

« Finalmente la medesima analisi determina le posizioni d'equilibrio d'un corpo mobile in tutti i sensi attorno il suo centro di gravità. Essa fa credere, per esempio, che una bacchetta sospesa per il suo centro di gravità tende a collocarsi nel piano del meridiano, in modo da fare con la verticale un piccolo angolo, il valore del quale è all'incirca di 6' alla latitudine di 45 gradi; nel nostro emisfero, la parte più bassa della bacchetta è dal lato del nord. »

Noi lamentiamo vivamente che l' autore non abbia stabilito un confronto fra i resultati della sua teoria e le esperienze di già fatte. Non avrebbe egli trovato, per esempio, una conferma de' suoi resultati nella bella esperienza fatta al Panteon da Jules Guyot, sulla quale noi tentammo invano di richiamar l'attenzione, e che noi andiamo a descrivere in poche parole? Guyot aveva collocato a 57 metri l' una dall' altra due sfere di madreperla, i centri delle quali coincidevano perfettamente con due punti presi su d'un filo a piombo in uno stato di perfetta immobilità. Le due sfere erano rischiarate col mezzo di due lumi che a loro comunicavano una luce senza raggi e senza reflessioni; aveva posto al disotto di esse, sopra il suolo, un vaso pieno di mercurio che presentava una superficie riflettente di 18 centimetri di diametro. Allora, guardando dall' alto, Guyot vedeva distintissimamente l' immagine della sfera superiore uscir fuori in totalità dall'allineamento delle due sfere, nel senso preciso di mezzodì; egli osservava al tempo stesso che traguardando la sfera superiore e la sua immagine, gli appariva la sfera in-

feriore al nord e nel piano del meridiano: egli misurò lo spostamento che conveniva far subire alla sfera superiore, perchè le due sfere e le loro immagini facessero una medesima linea retta, e trovò che questo spostamento era qualche cosa più di quattro millimetri. Nel suo modo di vedere tale spostamento era la deviazione d'un filo a piombo di 57 metri, e da questo se ne può dedurre facilmente l'angolo che il pendulo immobile fa con la verticale del luogo. Noi saremmo contenti che l'autore volesse esporre la sua opinione su questa esperienza sì rimarchevole.

SULLA LOFINA; E. ATKINSON E A. GOESSMANN.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVII. 283)

ESTRATTO

Goessmann aveva dimostrato che riscaldando con idrato di calce secco la combinazione, che l'essenza di mandorle amare forma col bisolfito di ammoniaca, si produceva dell'amarina e della lofina. Egli ha profittato insieme ad Atkinson di questa reazione per preparare quest'ultimo alcaloide, e meglio determinarne la composizione e le proprietà. Per preparare la lofina con questo metodo gli AA. riscaldano rapidamente in una storta da 10 a 15 gr. della combinazione contenente l'essenza di mandorle amare, con cinque o sei volte il suo peso d'idrato di calce secco: da principio si forma un poco di amarina, ma poi si raccoglie nel recipiente solo della lofina; non si sviluppano che tracce di prodotti accessori, costituiti da ammoniaca, essenza di mandorle amare e da una materia oleaginosa di grato odore. Per depurare il prodotto greggio, si fa digerire diverse volte con piccola quantità di alcole mediocremente concentrato, poi si scioglie nell'alcole bollente, si tratta con carbone animale, e si lascia cristallizzare. I cristalli così ottenuti si sciolgono nell'alcole caldo acidulato con acido idroclorico, si satura il liquido

con ammoniaca, e si fa di nuovo cristallizzare nell'alcole il prodotto, che si deposita col raffreddamento allo stato puro.

La lofina cristallizza molto facilmente, col raffreddamento lento della sua soluzione alcolica, e forma dei lunghi aghi aggruppati in covoni. Riscaldata alla temperatura di 250° si sublima senza fondersi, formando dei cristalli che somigliano all'acido benzoico. Non ha sapore nè odore, è appena alcalina, si scioglie difficilmente nell'etere, facilmente nell'alcole, poco nell'acqua.

Dalle analisi della lofina pura e dei suoi sali gli AA. deducono per rappresentare questa base la formula $C^{42}H^{17}N^{2}$.

Gli AA. ammettono che la piro-benzolina di Fownes sia identica colla lofina, e ciò perchè Bertagnini ha dimostrato che la semplice azione del calore trasforma l'idrobenzamide in amarina, e perchè le proprietà e la composizione dell'alcaloide esaminato concordano con quanto Fownes riferisce sulla piro-benzolina.

La lofina forma cogli acidi dei sali ben caratterizzati, che quando si fanno cristallizzare hanno più o meno la tendenza a trasformarsi in sali basici.

L'idroclorato è $C^{42}H^{17}N^{2}+HCh+HO$, e si ottiene aggiungendo un eccesso di acido idroclorico ad una soluzione alcolica di lofina satura a caldo. Cristallizza in grossi aghi trasparenti, che lasciati nell' acqua madre acida, si trasformano, probabilmente perdendo dell'acqua, in piccoli prismi bianchi opachi.

L'idroiodato ha per formula $C^{42}H^{17}N^{2}+HI$; si prepara come il sale precedente, è più solubile di esso nell'alcole e nell'etere, e si scioglie abbondantemente nell' ioduro d' etile: cristallizza in grossi aghi.

Se si mescola una soluzione calda e discretamente concentrata d'idroclorato di lofina con una soluzione alcolica diluita di bicloruro di platino, si depositano dopo qualche tempo dei cristalli aghiformi, che si convertono poi in una polvere cristallina di color giallo arancio, la quale costituisce il cloroplatinato di lofina rappresentato da $C^{42}H^{18}N^{2}Ch+PtCh^{2}$.

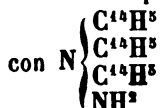
La lofina forma pure combinazioni cristallizzate coll'acido solforico, coll'acido nitrico e col nitrato d'argento.

Per determinare a qual classe di basi volatili la lofina appartenga, gli AA. l'hanno sottomessa all'azione dell' ioduro d' etile.

Essi però non hanno ottenuto nessun prodotto di sostituzione;

giacchè una soluzione di lofina nell'ioduro d'etile, lasciata a sè per molto tempo, o riscaldata lungamente a bagno maria, non ha fornito che dell'idroiodato di lofina: gli AA. ammettono che sotto l'influenza della base l'ioduro d'etile si sia decomposto in alcole e acido idroiodico, il che non si potrebbe intendere che nel solo caso, in cui avessero impiegato etere idroiodico umido.

Da questa esperienza gli AA. deducono, che la lofina potrebbe considerarsi come una base del tipo ammonio, e rappresentarsi

$$\text{con } N\left\{\begin{matrix}C^{14}H^5\\C^{14}H^5\\C^{14}H^5\\NH^2\end{matrix}\right.$$

AZIONE DELL'ACIDO IDROIODICO SULL'ARGENTO;

H. SAINT-CLAIRE DEVILLE.

(*Comp. Rend.* XLII. 894)

ESTRATTO

La soluzione acquosa d'acido idroiodico agisce con energia sull'argento metallico; lo discioglie prontamente dando luogo ad un abbondante e rapido sviluppo di gas idrogeno. Questa reazione avviene a freddo, e cessa quando l'acido è saturo d'ioduro; scaldando il liquido l'azione ricomincia, e si compie; col raffreddamento si ottiene un sale cristallizzato in larghe lamine scolorite, simili al nitrato dello stesso metallo. Questo sale è molto alterabile, e non può essere spogliato dal liquido che lo imbratta, senza scomporsi: l'A. lo crede un idroiodato d'ioduro d'argento.

Il liquido in seno del quale si sono deposti questi cristalli, abbandonato all'evaporazione spontanea in contatto dell'aria, lascia deporre dei prismi esagoni regolari, circondati da faccette che modificano gli spigoli orizzontali del prisma. La forma di questi cristalli così modificati è identica a quella dell'ioduro d'argento

naturale descritta da Descloizeaux, e dallo stesso verificata nell'esemplare dell'A. L'analisi assegna a questo corpo la formula AgI, cioè la stessa dell'ioduro naturale. La forma cristallina adunque, e la chimica composizione permettono di stabilire l'identicità dei due composti.

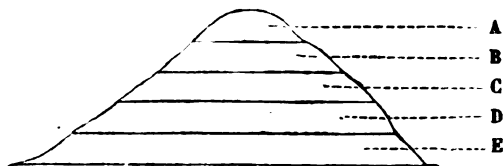
Il palladio, l'oro ed il platino sono pure disciolti, benchè lentamente, dall'acido idroiodico; il primo con isviluppo d'idrogeno, gli altri due senza, od in quantità non sensibile. Tutti i metalli comuni sperimentati dall'A. vennero disciolti da quest'acido con singolare energia.

SOPRA ALCUNI CEMENTI ANTICHI;

Lettera di F. MALAGUTI *a* R. PIRIA.

. . . . . Tra i pezzi di *silo* (1) che mi vennero procurati da Doyere, siccome te ne parlai nel nostro ultimo incontro a Parigi, uno ne ho trovato che attrasse singolarmente la mia attenzione; la sua struttura prova quanto innanzi erano i Romani in fatto di costruzioni, e quanto oggigiorno sarebbe assurda pretesa voler conservare le granaglie in sotterranei così costrutti, giacchè non sappiamo non solo pareggiare, ma nemmeno imitare gli antichi in siffatto genere di lavori. La descrizione che ti faccio si riferisce ad un esemplare staccato dallo stesso Doyere da un *silo* romano dell'antica Arzeo, costruito a pochi metri distante dal mare, e che dopo circa 1500 anni è ancora duro e levigato come marmo.

Lo schizzo qui delineato rappresenta l'esemplare collocato sopra un piano colla sua superficie più larga, la quale è rivestita d'uno strato impermeabile all'umidità, e costituisce la parte interna del *silo*.

(1) *Silo* chiamano i Francesi i sotterranei in cui si custodisce il grano.

A. È un cemento di calce e sabbia, il quale non offre alcun che di particolare; esso forma la parte esteriore del sotterraneo:

B. Primo intonaco di grande durezza, di color roseo, cementazione di calce e pezzettini minuti di carbone e terra rossa cotta, durissima e molto compatta:

C. Secondo intonaco di color cinereo formato dalle stesse materie, ma in cui il carbone e la terra rossa sono in pezzetti più voluminosi che non nello strato precedente:

D. Terzo intonaco di color roseo, in cui i pezzi di terra rossa cotta sono molto voluminosi, e vi manca affatto il carbone:

E. Questo ultimo intonaco è di colore cioccolatte, molto sottile ed uniforme, e di natura organica, giacchè il fuoco lo distrugge in parte. La quantità sulla quale ho operato era così piccola, che non mi permise di spingere oltre l'esame della materia. Si sa che i Romani intonacavano qualche volta le loro costruzioni con mescolanze, nelle quali entrava del latte.

Lo spessore totale dei tre intonachi non sorpassa i 52^{mm}; lo spessore di ciascuno, è presso a poco eguale; essi sono omogenei, uniformi, regolarissimi, cosicchè credo che siano stati battuti. L'intonaco D è di tale durezza, che fui costretto di adoperare il bulino per distaccarne la porzione che destinavo all'analisi:

Ecco i resultati ottenuti:

	A	B	C	D
Sabbia guarzosa	32,05	10,46	7,41	7,07
Argilla rossa proveniente con molta probabilità dai frammenti di terra cotta	» »	7,00	4,86	7,00
Perossido di ferro man-				

ganesifero	1,28 . .	1,30 . . .	3,39 . .	2,65
Allumina	1,12 . .	2,55 . . .	1,90 . .	2,25
Silice gelatinosa	7,21 . .	17,74 . . .	11,90 . .	16,81
Calce	30,76 . .	26,47 . . .	35,46 . .	31,02
Magnesia	» 46 . .	tracce	» »	» »
Acido carbonico ed acqua	26,40 . .	28,57 . . .	32,00 . .	32,15
Alcali	0,72 . .	1,10 . . .	1,45 . .	1,05
Solfato di calce . . .		» »	» »	» »
Carbone	» » . .	1,81 . . .	1,63 . .	» »
	100,00 .	100,00 . .	100,00 .	100,00

Trascurando l'intonaco esterno A, che non presenta nulla di rimarchevole, se si considera la composizione di B, C, D tenendo conto soltanto degli elementi attivi, calce, argilla, silice gelatinosa, ed ammettendo come composizione teorica dell'argilla 2 p. di silice ed 1 p. di allumina, si avrà per

	B	C	D
Calce . . .	100,	100,	100,
Argilla . . .	28,14	16,07	21,77
Silice . . .	47,75	21,71	51,00.

Ora, siccome i principi idraulicizzanti sono l'argilla e la silice, si scorge dall'analisi, che B e D rappresentano i cementi propriamente detti, e C la calce idraulica. È da notare che lo strato preparato colla calce idraulica, si trova interposto fra due cementi anch'essi idraulici, per cui sembra che lo strato mediano fosse destinato ad arrestare l'umidità che avrebbe potuto farsi strada fino ad esso. Io non so se queste interpretazioni sieno esatte; ma è indubitato che questo esemplare è la prova più convincente dell'accorgimento e della diligenza con cui i costruttori romani fabbricavano questi sotterranei, il cui pregio principale consiste nell'essere impermeabili all'umido; e giova il dirlo, la loro abilità, i loro sforzi vennero coronati dai più sorprendenti successi. Doyere ha veduto in Spagna ed in Affrica dei *silo* romani costrutti da più di 15 secoli, nei quali si potrebbero conservare le granaglie colla stessa sicurezza, con cui

si conserverebbero in un vaso di cristallo ermeticamente chiuso. Vorrei domandarti se conosci nell' Italia moderna un architetto che fosse in grado di costruire uno di quei sotterranei, guarentendone la perfetta impermeabilità. Sono certo che non lo troveresti, come sarebbe impossibile a me di rinvenirne uno in tutta la Francia. Ed ecco perchè il sistema dei *silo* metallici or ora proposti, e già messi in pratica con successo sopra una grande scala da Doyere, è quanto di più razionale possa proporsi, qualunque sieno le critiche di cui possano essere l'oggetto.

Rennes 18 maggio 1856.

REALE ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI TORINO

CLASSE DELLE SCIENZE FISICHE E MATEMATICHE

Programma di concorso

Le condizioni naturali del Regno Sardo sembrano da se sole indicare a' suoi abitanti mezzi efficacissimi di migliorare le proprie industrie ed aumentarne i prodotti.

Privi di quelle ricche miniere di combustibili fossili di cui altre nazioni vanno abbondantemente fornite, essi possono trovarvi un compenso nell'uso delle acque di numerosi fiumi e torrenti che solcano il loro paese, e che scendendo dagli alti monti che li circondano le rendono atte a somministrare non solo un elemento fecondatore delle loro campagne, ma eziandio la forza motrice per le loro officine.

Non ostante le accennate condizioni gli studi idrografici non hanno ancor raggiunto nel nostro paese quel punto di perfezione a cui potrebbero salire, e noi siamo anzi tuttora ben poco in grado di valutare la ricchezza che ci potrebbe venire dal buon uso delle nostre acque.

Furono invero in diversi tempi eseguite d'ordine del Governo Idrografie parziali di molti tratti dei nostri fiumi principali, ma questi lavori intrapresi e condotti a termine quasi esclusivamente

per servire di norma ad opere d'arte progettate sovra quei tronchi, vennero ristretti ai medesimi, non fatti di pubblica ragione colle stampe, e rimangono quasi tutti inconsultati e sconosciuti negli archivi delle pubbliche Amministrazioni.

Quindi è che intorno alla Idrografia del regno non vennero finora pubblicate che brevi ed incomplete descrizioni (*a*).

La Reale Accademia delle scienze di Torino mossa da queste considerazioni e persuasa di promuovere un'opera di somma utilità pel paese propone a concorso col premio di lire tre mila una *Descrizione idrografica del Regno Sardo.*

La memoria dovrà presentare lo stato attuale, e per quanto l'autore il crederà, anche le passate condizioni de' fiumi che solcano queste regioni e dei loro principali influenti, indicarne le precipue derivazioni in modo particolareggiato e preciso per le stabili, sommario almeno per le temporarie, accennando se esse siano a profitto dell'agricoltura, dell' industria manifatturiera o di entrambe. Presenterà inoltre le idee dell'autore sul maggior vantaggio che potrebbe ricavarsi dalle acque di ciascun fiume, e per l'uno e per l'altro rispetto.

Per procurare alle sue particolari vedute il valido appoggio dei fatti, si studii l'autore di dare le più approssimative indicazioni a lui possibili sulle portate massima, media e minima di ciascun corso d'acqua, naturale od artefatto, sulla qualità di queste acque, sull'ampiezza delle conche o vallate da cui i fiumi sono alimentati, sulle altezze delle cadute, e pertanto sulle forze disponibili espresse in cavalli-vapore, sulla quantità di terréni irrigati od irrigabili, sui modi di derivazione, e sui sistemi di distribuzione

(*a*) Veggansi in particolare — ***Observations sur le cours du Pô, avec des recherches sur les causes des changemens qu' il a souffert***; par M. Carena; Mélange de philosophie et de mathématique de la Societé Royale de Turin, tom. 2 pour les années 1760-1761. Saggio idrografico del Piemonte di Giuseppe Teresio Michelotti; Roma, 1803, con fig. —***Cenno istorico e statistico del R. Canale di Caluso;*** dell'Ing. Michela; Torino, 1854. ***Progetto per lo ripartimento delle acque del fiume Dora Riparia*** formato dalla Commissione nominata colle R. Patenti del 6 agosto 1839; Torino, 1851.— Des canaux d'arrosage de l'Italie septentrionale; par Nadault de Buffon; Paris, 1843-44. — ***Italian irrigation***; by R. Baird Smith; Edinburg, 1852.

delle acque medesime. In riguardo alle quali distribuzioni egli troverà probabilmente molte osservazioni critiche a farsi sopra le pratiche vigenti in parecchi luoghi, molte utili innovazioni a suggerire.

Argomento di studio gli somministrerà infine la ricerca della quantità di terreni devastati che potrebbero ridonarsi all'agricoltura, non che delle forme dei ripari ed altre opere praticate o praticabili per impedire ulteriori corrosioni e per regolare il corso delle acque.

La descrizione richiesta sarà accompagnata da quel numero di carte idrografiche che si crederà più opportuno.

L' Accademia riconoscendo fin d' ora la grande estensione di questo quesito, riceverà con soddisfazione anche i lavori parziali che fossero per esserle trasmessi intorno a qualche fiume particolare, e si riserva, in mancanza di un buon lavoro generale, di ricompensarli a seconda della maggiore loro bontà ed importanza.

Sono ammessi al concorso gli scienziati di qualsiasi paese, eccettuati i soli Membri residenti dell'Accademia.

I lavori presentati al concorso dovranno essere inediti, e scritti in lingua italiana o francese.

Essi dovranno inoltre essere contrassegnati da un'epigrafe, da ripetersi entro un biglietto sigillato, contenente di più il nome e l'indirizzo dell'autore.

Questo biglietto, ove il premio non sia vinto, verrà bruciato senza aprirlo.

Il concorso rimarrà aperto fino al giorno 31 dicembre dell'anno 1859: quindi gli scritti coi disegni, che gli autori vorranno presentare, dovranno pervenire, sigillati e franchi di porto, *alla Segreteria della Reale Accademia delle Scienze di Torino* nel termine sovra indicato, cioè non più tardi del giorno 31 dicembre 1859. Al latore verrà data la ricevuta.

La proprietà del lavoro premiato spetterà all'autore.

Torino, 20 aprile 1856.

GIOVANNI PLANA, *Presidente*.

GIACINTO CARENA
EUGENIO SISMONDA } *Segretarii*.

QUADRO DELLE FORME CRISTALLINE DELL'ARGENTO ROSSO, DEL QUARZO E DEL CALCARE; Q. SELLA.

(Estratto da una memoria sulle FORME CRISTALLINE DELL'ARGENTO ROSSO letta davanti alla R. Accademia delle Scienze di Torino li 10 febbraio 1856)

La immensa varietà delle forme cristalline del calcare era già nota ai primi cristallografi sia a cagione dell'abbondanza con cui i cristalli di calcare si trovano sparsi nella natura, sia per la curiosa diversità di abito, che tali cristalli assumono. E si fu anzi nello studiare i cristalli di calcare, che Hauy pervenne a scoprire la legge, che collega le varie forme di una stessa sostanza. Lo stesso Hauy, ed i suoi contemporanei De Bournon e Levy descrissero un gran numero di forme di calcare, che Zippe discusse, e collegò poscia a parecchie sue osservazioni in una bellissima monografia (1).

I cristalli di quarzo sono assai più abbondanti di quelli di calcare, ma il loro abito varia pochissimo; essi compongonsi quasi sempre di un prisma e di una piramide esagona con piccole facciuzze, la cui diversa natura non si svela, che ad un abile e pazientissimo osservatore: quindi è che non si cominciò ad avere sospetto della ricchezza delle forme cristalline del quarzo, che dopo il classico lavoro di G. Rose (2); sospetto che poi fu pienamente confermato da uno dei più completi studii speciali, che siansi fatti in cristallografia, cioè della recentissima memoria di Descloizeaux (3). Egli descrive infatti un numero di forme di quarzo superiore a quello delle forme di calcare, che si ponno ritenere per ben determinate.

(1) Zippe. Uebersicht der Krystaslgestalten des Rhomboedrischen Kalk-Haloides
III. Band der Denkschr, der Matth-Hat Wiss.en Clasre der K K. H K der Wissensch-Wien 1851.

(2) G. Rose. Krystallsystem des Quarzes.
Abh. Berl. AK. des Wissensch 1844.

(3) Descloizeaux — Mémoire sur la cristallisation, et la structure intérieure du Quartz.
Ann. de Phys. et de Chim. 3e Serie t. XLV. Paris 1855.

L' argento rosso è assai raro, ed ha gran valore, sicchè non riesce facile il trovarne raccolte così complete come si hanno di calcare e di quarzo, e solo studiando le raccolte di parecchi dei principali musei d'Europa, pervenni a quasi quadruplicare il numero di forme cristalline dell'argento rosso di cui avevamo conoscenza.

Siccome i romboedri dell'argento rosso, del quarzo e del calcare a cui si riferiscono tutte le altre forme hanno angoli non molto lontani gli uni dagli altri, non senza interesse ponnosi riunire in un quadro le varie forme di ciascuna di tali sostanze.

Mi attengo ai simboli cristallografici proposti da Whewell e adottati da Miller, ma siccome quasi ogni scuola adopera una lingua cristallografica diversa, ho dati anche i simboli equivalenti di Levy e Dufrenoy, di Dana, di Naumann, e Weiss. Nei sistemi di Whewell e di Naumann sono dati sia i simboli romboedrici, che gli esagonali.

L'ordine con cui le forme sono disposte è il seguente:

1° *Romboedri.* Ciascuno di essi ha una faccia compresa nella zona [01$\bar{1}$] ed il simbolo si riconosce immediatamente per l'eguaglianza di due degl' indici. Si suddividono in diretti od inversi, e sono ordinati secondo la loro acutezza.

2° *Prismi.* Sono esagoni o dodecagoni, ed hanno ciascuno una faccia compresa nella zona [111]. Il simbolo loro è perciò tale, che la somma dei tre indici coi loro rispettivi segni è zero —. Si è unita a tali prismi la forma 111 che loro serve di base.

3° *Scalenoedri tetracisesaedrici.* Sono compresi nella zona [001], ossia hanno le loro facce parallele ad uno spigolo del romboedro fondamentale. Il loro simbolo si riconosce facilmente perchè uno degl'indici è zero. Gli altri due indici sono entrambi positivi se gli scalenoedri hanno sei dei loro spigoli finali paralleli a quelli del romboedro fondamentale: è invece l'uno di essi indici negativo. se gli spigoli laterali dello scalenoedro sono paralleli a quello del romboedro primitivo.

4° *Scalenoedri icositetraedrici e triacisottaèdrici.* Hanno comune una faccia compresa nella zona [011], ossia parallela ad una delle diagonali del romboedro primitivo. Il loro simbolo si riconosce perciò da che due indici sono eguali e di segno contrario. Gli spigoli laterali degli scalenoedri triacisottaedrici e sei degli spigoli

finali degl'icositetraedrici sono paralleli agli spigoli del romboedro **111**.

5° *Scalenoedri esacisottaedrici.* Essi sono classificati secondo la semplicità del rapporto di due indici.

(*a*) Rapporto di due indici=—2. Gli scalenoedri compresi in questa categoria hanno tutti una faccia compresa nella zona [012]; vale a dire, che ciascuna faccia loro è parallela ad uno spigolo della piramide diesagona, che risulterebbe dalla riunione dei due romboedri 100, e 22$\bar{1}$. La notazione di questi scalenoedri secondo Weiss è sempre tale, che se si riduce l'ultimo termine *c* ad aver l'unità per coefficiente, è anche l'unità il coefficiente di uno degli *a* o *a'*.

(*b*) Rapporto di due indici eguale ad un numero intero qualunque.

(*c*) Rapporto di due indici eguale ad un numero frazionario qualsiasi.

Le forme di calcare qui registrate sono tolte dalla monografia di Zippe coll'aggiunta di uno scalenoedro descritto da Wimmer di tre nuove forme, che ebbi occasione di descrivere negli *Studii sulla Mineralogia Sarda*, oltre a tre altre che ebbi campo di osservare nell'Harz.

Le forme del quarzo sono prese dal bel lavoro di Descloizeaux. Le forme da lui date per dubbie sono tutte state registrate, onde il quadro riescisse completo.

E finalmente quelle dell'argento rosso sono lungamente discusse nella memoria, da cui il presente quadro è estratto.

Al quadro delle forme cristalline se ne è aggiunto uno relativo alle leggi di geminazione state osservate. Nella maggior parte dei casi puossi prendere per asse di geminazione uno spigolo possibile nel cristallo, e per piano di geminazione una faccia possibile del cristallo: quindi si sono annessi nello stesso quadro gli assi di geminazione colle corrispondenti faccie di geminazione che si ponno assumere.

Alcune note danno conto delle sorgenti a cui si sono attinte le leggi di geminazioni ivi registrate, le quali sono meno note.

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEV	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					1. Romboedri	
1	2 1 1		2 1 1	0 1 4	a^{2}	b^{4}
2			16 7 7	0 3 10	$a^{\frac{16}{7}}$	$b^{\frac{10}{3}}$
3			3 1 1	0 2 5	a^{3}	$b^{\frac{5}{2}}$
4	4 1 1	4 1 1	4 1 1	0 1 2	a^{4}	b^{2}
5			5 1 1	0 4 7	a^{5}	$b^{\frac{7}{4}}$
6	6 1 1			0 5 8	a^{6}	$b^{\frac{8}{5}}$
7		7 1 1		0 2 3	a^{7}	$b^{\frac{3}{2}}$
8		15 2 2		0 13 19	$a^{\frac{15}{2}}$	$b^{\frac{19}{13}}$
9	8 1 1			0 7 10	a^{8}	$b^{\frac{10}{7}}$
10	1 0 0	1 0 0	1 0 0	0 1 1	P	b^{1}

SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
Diretti		
$\frac{1}{4}$ R	$\frac{\frac{1}{4}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{1}{4} c$
$\frac{3}{10}$ R	$\frac{\frac{3}{10}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{3}{10} c$
$\frac{2}{5}$ R	$\frac{\frac{2}{5}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{2}{5} c$
$\frac{1}{2}$ R	$\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{1}{2} c$
$\frac{4}{7}$ R	$\frac{\frac{4}{7}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{4}{7} c$
$\frac{5}{8}$ R	$\frac{\frac{5}{8}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{5}{8} c$
$\frac{2}{3}$ R	$\frac{\frac{2}{3}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{2}{3} c$
$\frac{13}{19}$ R	$\frac{\frac{13}{19}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{13}{19} c$
$\frac{7}{10}$ R	$\frac{\frac{7}{10}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{7}{10} c$
R	$\frac{P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEV[Y]	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					1. Romboedri	
11		$32\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 11 10	e^{32}	$b^{\frac{10}{11}}$
12		$26\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 9 8	e^{26}	$b^{\frac{8}{9}}$
13		$23\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 8 7	e^{23}	$b^{\frac{7}{8}}$
14		$20\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 7 6	e^{20}	$b^{\frac{6}{7}}$
15		$17\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 6 5	e^{17}	$b^{\frac{5}{6}}$
16		$15\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 16 13	e^{15}	$b^{\frac{13}{16}}$
17		$14\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 5 4	e^{14}	$b^{\frac{4}{5}}$
18		$12\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 13 10	e^{12}	$b^{\frac{10}{13}}$
19		$11\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 4 3	e^{11}	$b^{\frac{3}{4}}$
20		$10\ \bar{1}\ \bar{1}$		0 11 8	e^{10}	$b^{\frac{8}{11}}$

…OLI A	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
	Diretti		
	$\frac{11}{10}R$	$\frac{\frac{11}{10}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b\cdot\frac{11}{10}c$
	$\frac{9}{8}R$	$\frac{\frac{9}{8}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{9}{8}c$
	$\frac{8}{7}R$	$\frac{\frac{8}{7}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{8}{7}c$
	$\frac{7}{6}R$	$\frac{\frac{7}{6}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{7}{6}c$
	$\frac{6}{5}R$	$\frac{\frac{6}{5}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{6}{5}c$
	$\frac{16}{13}R$	$\frac{\frac{16}{13}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{16}{13}c$
	$\frac{5}{4}R$	$\frac{\frac{5}{4}P}{2}$	$\infty a:b:a\cdot\frac{1}{2}b':a:b:\frac{5}{4}c$
	$\frac{13}{10}R$	$\frac{\frac{13}{10}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{13}{10}c$
	$\frac{4}{3}R$	$\frac{\frac{4}{3}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{4}{3}c$
	$\frac{11}{8}R$	$\frac{\frac{11}{8}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{11}{8}c$

SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
Diretti		
$\frac{3}{2}R$	$\frac{\frac{3}{2}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{3}{2}c$
$\frac{5}{3}R$	$\frac{\frac{5}{3}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{5}{3}c$
$\frac{7}{4}R$	$\frac{\frac{7}{4}P}{2}$	$\infty a:b:a\cdot\frac{1}{2}b':a:b:\frac{7}{4}c$
$\frac{13}{7}R$	$\frac{\frac{13}{7}P}{2}$	$\infty a\cdot b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{13}{7}c$
$2R$	$\frac{2P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:2c$
$\frac{7}{3}R$	$\frac{\frac{7}{3}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{7}{5}c$
$\frac{26}{11}R$	$\frac{\frac{26}{11}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{26}{11}c$
$\frac{5}{2}R$	$\frac{\frac{5}{2}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{5}{2}c$
$3R$	$\frac{3P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:3c$
$\frac{13}{4}R$	$\frac{\frac{13}{4}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{13}{4}c$

Nº	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
					1. Romboedri	
31	3 $\bar{1}$ $\bar{1}$	3 $\bar{1}$ $\bar{1}$	3 $\bar{1}$ $\bar{1}$	0 1 1	e^{3}	$b^{\frac{1}{4}}$
32		29 $\overline{10}$ $\overline{10}$		0 13 3	$e^{\frac{29}{10}}$	$b^{\frac{3}{13}}$
33			20 $\bar{7}$ $\bar{7}$	0 9 2	$e^{\frac{20}{7}}$	$b^{\frac{2}{9}}$
34		31 $\overline{11}$ $\overline{11}$		0 14 3	$e^{\frac{31}{11}}$	$b^{\frac{3}{14}}$
35		11 $\bar{4}$ $\bar{4}$		0 5 1	$e^{\frac{11}{4}}$	$b^{\frac{1}{5}}$
36		8 $\bar{3}$ $\bar{3}$		0 11 2	$e^{\frac{8}{3}}$	$b^{\frac{2}{11}}$
37		13 $\bar{5}$ $\bar{5}$	13 $\bar{5}$ $\bar{5}$ (*)	0 6 1	$e^{\frac{13}{5}}$	$b^{\frac{1}{6}}$
38		5 $\bar{2}$ $\bar{2}$	5 $\bar{2}$ $\bar{2}$	0 7 1	$e^{\frac{5}{2}}$	$b^{\frac{1}{7}}$
39		17 $\bar{7}$ $\bar{7}$		0 8 1	$e^{\frac{17}{7}}$	$b^{\frac{1}{8}}$
40		7 $\bar{3}$ $\bar{3}$		0 10 1	$e^{\frac{7}{3}}$	$b^{\frac{1}{10}}$

(*) Ho trovato il romboedro 13 $\bar{5}$ $\bar{5}$ in un geminato di calcare di Traverse[lla] ...
pone dello scalenoedro 2 0 $\bar{1}$ con facciuzze dello scalenoedro 3 0 $\bar{2}$, del prism[a] ...

…OLI …IA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
	Diretti		
	$4R$	$\frac{4P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:4c$
	$\frac{13}{5}R$	$\frac{\frac{13}{3}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{13}{2}c$
	$\frac{9}{2}R$	$\frac{\frac{9}{2}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{9}{2}c$
	$\frac{14}{5}R$	$\frac{\frac{14}{3}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:\frac{14}{5}c$
	$5R$	$\frac{5P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:5c$
	$\frac{11}{2}R$	$\frac{\frac{11}{2}P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':ab:\frac{11}{2}c$
	$6R$	$\frac{6P}{2}$	$\infty a:b\cdot a:\frac{1}{2}b':a:b:6c$
	$7R$	$\frac{7P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:7c$
	$8R$	$\frac{8P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b':a:b:8c$
	$10R$	$\frac{10P}{2}$	$\infty a:b:a:\frac{1}{2}b'\cdot a:b:10c$

scrissi negli *Studi sulla mineralogia sarda*. Ciascuno dei gemelli si com-
e dei romboedri $3\bar{1}\bar{1}$ e $13\bar{5}\bar{5}$.

N°	SIMBOLI DI WHEWEL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
					1. Romboedri	
41		9 $\bar{4}$ $\bar{4}$	9 $\bar{4}$ $\bar{4}$	0 13 1	$e^{\frac{9}{4}}$	$b^{\frac{1}{13}}$
42		11 $\bar{5}$ $\bar{5}$	11 $\bar{5}$ $\bar{5}$	0 16 1	$e^{\frac{11}{5}}$	$b^{\frac{1}{16}}$
43		13 $\bar{6}$ $\bar{6}$		0 19 1	$e^{\frac{13}{6}}$	$b^{\frac{1}{19}}$
44			19 $\bar{9}$ $\bar{9}$	0 28 1	$e^{\frac{19}{9}}$	$b^{\frac{1}{28}}$
45		31 $\overline{15}$ $\overline{15}$		0 46 1	$e^{\frac{31}{15}}$	$b^{\frac{1}{46}}$
					Romboedri	
46	3 3 2			1 0 8	$a^{\frac{2}{3}}$	b^{8}
47	2 2 1		2 2 1	1 0 5	$a^{\frac{1}{2}}$	b^{5}
48			5 5 2	1 0 4	$a^{\frac{2}{5}}$	b^{4}
49	1 1 0	1 1 0	1 1 0	1 0 2	b'	b^{2}
50			8 8 $\bar{1}$	3 0 5	$e^{\frac{1}{8}}$	$b^{\frac{5}{3}}$

SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
Diretti		
13 R	$\frac{13P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : 13c$
16 R	$\frac{16P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : 16c$
19 R	$\frac{19P}{2}$	$\infty a : b : a \cdot \frac{1}{2} b' : a : b : 19c$
28 R	$\frac{28P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : 28c$
46 R	$\frac{46P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a \cdot b : 46c$
Inversi		
$-\frac{1}{8} R$	$-\frac{\frac{1}{8}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' \cdot \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{1}{8} c$
$-\frac{1}{5} R$	$-\frac{\frac{1}{5}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' \cdot \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{1}{5} c$
$-\frac{1}{4} R$	$-\frac{\frac{1}{4}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{1}{4} c$
$-\frac{1}{2} R$	$-\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{1}{2} c$
$-\frac{3}{5} R$	$-\frac{\frac{3}{5}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{3}{5} c$

Nº	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEV…	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGO-NALE…
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Romboedri	
51			5 5 $\bar{1}$	2 0 3	$e^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{3}{2}}$
52			3 3 $\bar{1}$	4 0 5	$e^{\frac{1}{3}}$	$b^{\frac{5}{4}}$
53			5 5 $\bar{2}$	7 0 8	$e^{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{8}{7}}$
54	2 2 $\bar{1}$	2 2 $\bar{1}$	2 2 $\bar{1}$	1 0 1	$e^{\frac{1}{2}}$	b'
55		17 17 $\bar{10}$		9 0 8	$e^{\frac{10}{17}}$	$b^{\frac{8}{9}}$
56			5 5 $\bar{3}$	8 0 7	$e^{\frac{3}{5}}$	$b^{\frac{7}{8}}$
57		11 11 $\bar{7}$	11 11 $\bar{7}$	6 0 5	$e^{\frac{7}{11}}$	$b^{\frac{5}{6}}$
58		3 3 $\bar{2}$	3 3 $\bar{2}$	5 0 4	$e^{\frac{2}{3}}$	$b^{\frac{4}{5}}$
59		7 7 $\bar{5}$		4 0 3	$e^{\frac{5}{7}}$	$b^{\frac{3}{4}}$
60		4 4 $\bar{3}$	4 4 $\bar{3}$	7 0 5	$e^{\frac{3}{4}}$	$b^{\frac{5}{7}}$

BOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI WEISS
	Inversi		
$-\frac{2}{3}$	$-\frac{2}{3}R$	$-\frac{\frac{2}{3}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{2}{3}c$
$-\frac{4}{5}$	$-\frac{4}{5}R$	$-\frac{\frac{4}{5}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{4}{5}c$
$-\frac{7}{8}$	$-\frac{7}{8}R$	$-\frac{\frac{7}{8}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{7}{8}c$
-1	$-R$	$-\frac{P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':c$
$-\frac{9}{8}$	$-\frac{9}{8}R$	$-\frac{\frac{9}{8}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{9}{8}c$
$-\frac{8}{7}$	$-\frac{8}{7}R$	$-\frac{\frac{8}{7}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{8}{7}c$
$-\frac{6}{5}$	$-\frac{6}{5}R$	$-\frac{\frac{6}{5}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{6}{5}c$
$-\frac{5}{4}$	$-\frac{5}{4}R$	$-\frac{\frac{5}{4}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{5}{4}c$
$-\frac{4}{3}$	$-\frac{4}{3}R^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{\frac{4}{3}P\frac{4}{3}}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{4}{3}c$
$-\frac{7}{5}$	$-\frac{7}{5}R$	$-\frac{\frac{7}{5}P}{2}$	$\infty a':b':a':\frac{1}{2}b:a':b':\frac{7}{5}c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Romboedri	
61		13 13 $\bar{10}$		23 0 16	$e^{\frac{10}{13}}$	$b^{\frac{15}{23}}$
62	5 5 $\bar{4}$	5 5 $\bar{4}$	5 5 $\bar{4}$	3 0 2	$e^{\frac{4}{5}}$	$b^{\frac{2}{3}}$
63			6 6 $\bar{5}$	11 0 7	$e^{\frac{5}{6}}$	$b^{\frac{7}{11}}$
64			7 7 $\bar{6}$	13 0 8	$e^{\frac{6}{7}}$	$b^{\frac{8}{13}}$
65		8 8 $\bar{7}$		5 0 3	$e^{\frac{7}{8}}$	$b^{\frac{3}{5}}$
66		15 15 $\bar{14}$		29 0 16	$e^{\frac{14}{15}}$	$b^{\frac{15}{29}}$
67		20 20 $\bar{19}$		13 0 7	$e^{\frac{19}{20}}$	$b^{\frac{7}{13}}$
68	1 1 $\bar{1}$	1 1 $\bar{1}$	1 1 $\bar{1}$	2 0 1	e'	$b^{\frac{1}{2}}$
69		19 19 $\bar{20}$		13 0 6	$e^{\frac{20}{19}}$	$b^{\frac{6}{13}}$
70			13 13 $\bar{14}$	9 0 4	$e^{\frac{14}{13}}$	$b^{\frac{4}{9}}$

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI WEISS
	Inversi		
$-\frac{23}{16}$	$-\frac{23}{16}R$	$-\frac{\frac{23}{16}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{23}{16}c$
$-\frac{3}{2}$	$-\frac{3}{2}R$	$-\frac{\frac{3}{2}P}{2}$	$\infty a' : b' \cdot a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{3}{2}c$
$-\frac{11}{7}$	$-\frac{11}{7}R$	$-\frac{\frac{11}{7}P\frac{11}{7}}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{11}{7}c$
$-\frac{13}{8}$	$-\frac{13}{8}R$	$-\frac{\frac{13}{8}P\frac{13}{8}}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' \cdot b' : \frac{13}{8}c$
$-\frac{5}{3}$	$-\frac{5}{3}R$	$\frac{\frac{5}{3}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{5}{3}c$
$-\frac{29}{16}$	$-\frac{29}{16}R$	$-\frac{\frac{29}{16}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{29}{16}c$
$-\frac{13}{7}$	$-\frac{13}{7}R$	$\frac{\frac{13}{7}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' \cdot b' : \frac{13}{7}c$
-2	$-2R$	$-\frac{2P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 2c$
$-\frac{13}{6}$	$-\frac{13}{6}R$	$-\frac{\frac{13}{6}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{13}{6}c$
$-\frac{9}{4}$	$-\frac{9}{4}R^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{\frac{9}{4}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b \cdot a' : b' : \frac{9}{4}c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Romboedri	
71		10 10 $\bar{11}$		7 0 3	$e^{\frac{11}{10}}$	$b^{\frac{3}{7}}$
72			17 17 $\bar{19}$	12 0 5	$e^{\frac{19}{17}}$	$b^{\frac{3}{12}}$
73		7 7 $\bar{8}$	7 7 $\bar{8}$	5 0 2	$e^{\frac{8}{7}}$	$b^{\frac{2}{5}}$
74		5 5 $\bar{6}$	5 5 $\bar{6}$	11 0 4	$e^{\frac{6}{5}}$	$b^{\frac{4}{11}}$
75		9 9 $\bar{11}$		20 0 7	$e^{\frac{11}{9}}$	$b^{\frac{7}{20}}$
76		4 4 $\bar{5}$		3 0 1	$e^{\frac{5}{4}}$	$b^{\frac{1}{3}}$
77		10 10 $\bar{13}$		23 0 7	$e^{\frac{13}{10}}$	$b^{\frac{7}{23}}$
78	3 3 $\bar{4}$	3 3 $\bar{4}$	3 3 $\bar{4}$	7 0 2	$e^{\frac{4}{3}}$	$b^{\frac{2}{7}}$
79		5 5 $\bar{7}$	5 5 $\bar{7}$	4 0 1	$e^{\frac{7}{5}}$	$b^{\frac{1}{4}}$
80		17 17 $\bar{25}$		14 0 3	$e^{\frac{23}{17}}$	$b^{\frac{3}{14}}$

…MBOLI DI …ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
	Inversi		
$-\frac{7}{3}$	$-\frac{7}{3}R$	$-\frac{\frac{7}{3}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{7}{3}c$
$-\frac{12}{5}$	$-\frac{12}{5}R$	$-\frac{\frac{12}{5}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{12}{5}c$
$-\frac{5}{2}$	$-\frac{5}{2}R$	$-\frac{\frac{5}{2}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{5}{2}c$
$-\frac{11}{4}$	$-\frac{11}{4}R$	$-\frac{\frac{11}{4}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b \cdot a' : b' : \frac{11}{4}c$
$-\frac{20}{7}$	$-\frac{20}{7}R$	$-\frac{\frac{20}{7}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{20}{7}c$
-3	$-3R$	$-\frac{3P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 3c$
$-\frac{23}{7}$	$-\frac{23}{7}R^{\frac{23}{7}}$	$-\frac{\frac{23}{7}P^{\frac{23}{7}}}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' \cdot \frac{23}{7}c$
$-\frac{7}{2}$	$-\frac{7}{2}R^{\frac{7}{2}}$	$-\frac{\frac{7}{2}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : \frac{7}{2}c$
-4	$-4R$	$-\frac{4P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 4c$
$-\frac{14}{3}$	$-\frac{14}{3}R$	$-\frac{\frac{14}{3}P}{2}$	$\infty a' : b' \cdot a' : \frac{1}{2}b : a' : b, : \frac{14}{3}c$

N°	Simboli di Whewell — Romboedrico — Argento rosso	Quarzo	Calcare	Esagonale	Simboli di Levy — Romboedrico	Esagonale
					Romboedri	
81	2 2 $\bar{3}$	2 2 $\bar{3}$	2 2 $\bar{3}$	5 0 1	$e^{\frac{3}{2}}$	$b^{\frac{1}{5}}$
82		7 7 $\overline{11}$		6 0 1	$e^{\frac{11}{7}}$	$b^{\frac{1}{6}}$
83		8 8 $\overline{13}$		7 0 1	$e^{\frac{13}{8}}$	$b^{\frac{1}{7}}$
84		3 3 $\bar{5}$	3 3 $\bar{5}$	8 0 1	$e^{\frac{5}{3}}$	$b^{\frac{1}{8}}$
85		11 11 $\overline{19}$		10 0 1	$e^{\frac{19}{11}}$	$b^{\frac{1}{10}}$
86		4 4 $\bar{7}$	4 4 $\bar{7}$	11 0 1	$e^{\frac{7}{4}}$	$b^{\frac{1}{11}}$
87	5 5 $\bar{9}$		5 5 $\bar{9}$	14 0 1	$e^{\frac{9}{5}}$	$b^{\frac{1}{14}}$
88		6 6 $\overline{11}$		17 0 1	$e^{\frac{11}{6}}$	$b^{\frac{1}{17}}$
89		12 12 $\overline{23}$		35 0 1	$e^{\frac{23}{12}}$	$b^{\frac{1}{35}}$
90		14 14 $\overline{27}$		41 0 1	$e^{\frac{27}{14}}$	$b^{\frac{1}{41}}$

[S]IMBOLI DI [D]ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI WEISS
	Inversi		
— 5	— 5R	$-\frac{5P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 5c$
— 6	— 6R	$-\frac{6P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 6c$
— 7	— 7R	$-\frac{7P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 7c$
— 8	— 8R	$-\frac{8P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 8c$
— 10	— 10R	$-\frac{10P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 10c$
— 11	— 11R	$-\frac{11P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 11c$
— 14	— 14R	$-\frac{14P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 14c$
— 17	— 17R	$-\frac{17P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b \cdot a' : b' : 17c$
— 35	— 35R	$-\frac{35P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 35c$
— 41	— 41R	$-\frac{41P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2}b : a' : b' : 41c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					2. Prismi e	
91	1 1 1	1 1 1	1 1 1	0 0 1	a'	P
92	2 $\bar{1}$ $\bar{1}$	2 $\bar{1}$ $\bar{1}$	2 $\bar{1}$ $\bar{1}$	0 1 0	e^2	M
93	1 0 $\bar{1}$	1 0 $\bar{1}$	1 0 $\bar{1}$	1 1 0	d'	h'
94	17 $\bar{8}$ $\bar{9}$			1 25 0	$b^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{8}} d^{\frac{1}{9}}$	h^{25}
95		11 $\bar{4}$ $\bar{7}$		1 5 0	$b^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{4}} d^{\frac{1}{7}}$	h^5
96	3 $\bar{1}$ $\bar{2}$	3 $\bar{1}$ $\bar{2}$		1 4 0	$b^{\frac{1}{3}} d^1 d^{\frac{1}{2}}$	h^4
97		7 $\bar{2}$ $\bar{5}$	7 $\bar{2}$ $\bar{5}$	1 3 0	$b^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{5}}$	h^3
98		4 $\bar{1}$ $\bar{3}$		2 5 0	$b^{\frac{1}{4}} d^1 d^{\frac{1}{3}}$	$h^{\frac{5}{2}}$
99	5 $\bar{1}$ $\bar{4}$	5 $\bar{1}$ $\bar{4}$	5 $\bar{1}$ $\bar{4}$	1 2 0	$b^{\frac{1}{5}} d^1 d^{\frac{1}{4}}$	h^2
100		6 $\bar{1}$ $\bar{5}$		4 7 0	$b^{\frac{1}{6}} d^1 d^{\frac{1}{5}}$	$h^{\frac{7}{4}}$

…I	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
…ase			
	oR	oP	$\infty a : \infty b : \infty a : \infty b' : \infty a : \infty b \cdot c$
	∞R	∞P	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \infty c$
	$\infty P 2$	$\infty P 2$	$a : \frac{1}{3} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} b' : a : \infty b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{13}{12}}$	$\infty P \frac{26}{25}$	$3 a : \frac{1}{9} b : \frac{3}{26} a : \frac{1}{17} b' : \frac{3}{25} a : \frac{1}{8} b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{3}{2}}$	$\infty P \frac{6}{5}$	$a : \frac{1}{7} b : \frac{1}{6} a : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{5}{3}}$	$\infty P \frac{5}{4}$	$3 a : \frac{1}{2} b : \frac{3}{5} a : \frac{1}{2} b' : \frac{3}{4} a : b : \infty c$
	∞R^{2}	$\infty P \frac{4}{3}$	$a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{4} a : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{7}{3}}$	$\infty P \frac{7}{5}$	$\frac{3}{2} a : \frac{1}{5} b : \frac{3}{7} a : \frac{1}{4} b' : \frac{3}{5} a : b : \infty c$
	∞R^{3}	$\infty P \frac{3}{2}$	$a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{11}{3}}$	$\infty P \frac{11}{7}$	$\frac{3}{4} a : \frac{1}{5} b : \frac{3}{11} a : \frac{1}{6} b' : \frac{3}{7} a : b : \infty c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LÉVY — ROMBOEDRICO	ESAG-NALE
					Prismi …	
101		$7\ \bar{1}\ \bar{6}$		5 8 0	$b^{\frac{1}{7}}\ d^1\ d^{\frac{1}{6}}$	[illegible]
102		$8\ \bar{1}\ \bar{7}$		2 3 0	$b^{\frac{1}{8}}\ d^1\ d^{\frac{1}{7}}$	[illegible]
103		$9\ \bar{1}\ \bar{8}$		7 10 0	$b^{\frac{1}{9}}\ d^1\ d^{\frac{1}{8}}$	[illegible]
104		$10\ \bar{1}\ \bar{9}$		8 11 0	$b^{\frac{1}{10}}\ d^1\ d^{\frac{1}{9}}$	[illegible]
105		$11\ \bar{1}\ \overline{10}$		3 4 0	$b^{\frac{1}{11}}\ d^1\ d^{\frac{1}{10}}$	[illegible]
					3. Scaleno…	
106	5 4 0		5 4 0	4 1 9	$b^{\frac{5}{4}}$	[illegible]
107	4 3 0			3 1 7	$b^{\frac{4}{3}}$	[illegible]
108	3 2 0	3 2 0	3 2 0	2 1 5	$b^{\frac{5}{2}}$	[illegible]
109			5 3 0	3 2 8	$h^{\frac{5}{3}}$	[illegible]
110	13 7 0			7 6 20	$b^{\frac{13}{7}}$	[illegible]

…LI …A	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	 ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
base			
	$\infty R^{\frac{13}{5}}$	$\infty P^{\frac{13}{8}}$	$\frac{3}{5}a : \frac{1}{6}b : \frac{3}{13}a : \frac{1}{7}b' : \frac{3}{8}a : b : \infty c$
	∞R^{5}	$\infty P^{\frac{5}{3}}$	$\frac{1}{2}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{3}a : b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{17}{5}}$	$\infty P^{\frac{17}{10}}$	$\frac{3}{7}a : \frac{1}{8}b : \frac{3}{17}a : \frac{1}{9}b' : \frac{3}{10}a : b : \infty c$
	$\infty R^{\frac{19}{3}}$	$\infty P^{\frac{19}{11}}$	$\frac{3}{8}a : \frac{1}{9}b : \frac{3}{19}a : \frac{1}{10}b' : \frac{3}{11}a : b : \infty c$
	∞R^{7}	$\infty P^{\frac{7}{4}}$	$\frac{1}{3}a : \frac{1}{10}b : \frac{1}{7}a : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{4}a : b : \infty c$
…cisesaedrici			
$\frac{5}{3}$	$-\frac{1}{5}R^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{\frac{5}{9}P\frac{5}{4}}{2}$	$9a' : \frac{5}{2}b' : \frac{9}{5}a' : b : \frac{9}{4}a' : 3b' : c$
2	$-\frac{2}{7}R^{2}$	$-\frac{\frac{4}{7}P\frac{4}{3}}{2}$	$7a' : \frac{7}{5}b' : \frac{7}{4}a' : b : \frac{7}{3}a' : \frac{7}{2}b' : c$
3	$-\frac{1}{5}R^{3}$	$-\frac{\frac{3}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	$5a' : \frac{5}{4}b' : \frac{5}{3}a' : b : \frac{5}{2}a' : 5b' : c$
5	$-\frac{1}{8}R^{5}$	$-\frac{\frac{5}{8}P\frac{5}{3}}{2}$	$4a' : \frac{8}{7}b' : \frac{8}{5}a' : b : \frac{8}{3}a' : 8b' : c$
13	$-\frac{1}{20}R^{13}$	$-\frac{\frac{13}{20}P^{13}}{2}$	$\frac{10}{3}a : \frac{20}{19}b' : \frac{20}{13}a' : b : \frac{20}{7}a' : 20b' : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
						Scalenoedri
111	2 1 0		2 1 0	1 1 3	b^2	a^3
112			7 3 0	3 4 10	$b^{\frac{7}{3}}$	$b^{\frac{2}{3}}\ b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}$
113	5 2 0			2 3 7	$b^{\frac{5}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{7}}$
114	8 3 0			3 5 11	$b^{\frac{8}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{11}}$
115	3 1 0	3 1 0	3 1 0	1 2 4	b^3	$b^2\ b^1\ b^{\frac{1}{2}}$
116	10 3 0			3 7 13	$b^{\frac{10}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{13}}$
117			7 2 0(*)	2 5 9	$b^{\frac{7}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{9}}$
118	4 1 0		4 1 0	1 3 5	b^4	$b^1\ b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{5}}$
119		5 1 0	5 1 0	1 4 6	b^5	$b^2\ b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{3}}$
120			6 1 0	1 5 7	b^6	$b^1\ b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}$

(*) Trovai lo Scalenoedro 7 2 0 in due bellissimi cristalli di Calcare di An[...]
si componeva degli Scalenoedri 7 2 0 e 5 0 $\overline{4}$, ed inoltre del prisma esagon[...]
[...]boedro 3 $\overline{1}$ $\overline{1}$ e del prisma esagono 2 $\overline{1}$ $\overline{1}$.

SIMBOLI DI DANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
tetracisesaedrici			
$\frac{2}{3}2$	$\frac{2}{3}P\,2$	$\frac{2}{3}P\,2$	$3a : b : \frac{3}{2}a : b' : 3a : \infty b : c$
$\frac{1}{10}^{7}$	$\frac{1}{10}R^{7}$	$\frac{\frac{7}{10}P\frac{7}{4}}{2}$	$\frac{10}{3}a : b : \frac{10}{7}a : \frac{10}{11}b' : \frac{5}{2}a : 10b : c$
$\frac{1}{7}^{5}$	$\frac{1}{7}R^{5}$	$\frac{\frac{5}{7}P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{7}{2}a : b : \frac{7}{5}a : \frac{7}{8}b' : \frac{7}{3}a : 7b : c$
$\frac{2}{11}^{4}$	$\frac{2}{11}R^{4}$	$\frac{\frac{8}{11}P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{11}{3}a : b : \frac{11}{8}a : \frac{11}{13}b' : \frac{11}{5}a : \frac{11}{2}b : c$
$\frac{1}{4}^{3}$	$\frac{1}{4}R^{3}$	$\frac{\frac{3}{4}P\frac{3}{2}}{2}$	$4a : b : \frac{4}{3}a : \frac{4}{5}b' : 2a : 4b : c$
$\frac{4}{13}^{\frac{5}{2}}$	$\frac{4}{13}R^{\frac{5}{2}}$	$\frac{\frac{10}{13}P\frac{10}{7}}{2}$	$\frac{13}{3}a : b : \frac{13}{10}a : \frac{13}{17}b' : \frac{13}{7}a : \frac{13}{4}b : c$
$\frac{1}{3}^{\frac{7}{3}}$	$\frac{1}{3}R^{\frac{7}{3}}$	$\frac{\frac{7}{9}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{9}{2}a : b : \frac{9}{7}a : \frac{3}{4}b' : \frac{9}{5}a : 3b : c$
$\frac{2}{5}^{2}$	$\frac{2}{5}R^{2}$	$\frac{\frac{4}{5}P\frac{4}{3}}{2}$	$5a : b : \frac{5}{4}a : \frac{5}{7}b' : \frac{5}{3}a \cdot \frac{5}{2}b : c$
$\frac{1}{2}^{\frac{5}{3}}$	$\frac{1}{2}R^{\frac{5}{3}}$	$\frac{\frac{5}{6}P\frac{5}{4}}{2}$	$6a : b : \frac{6}{5}a : \frac{2}{3}b' : \frac{3}{2}a : 2b : c$
$\frac{4}{7}^{\frac{3}{2}}$	$\frac{4}{7}R^{\frac{3}{2}}$	$\frac{\frac{6}{7}P\frac{6}{5}}{2}$	$7a : b : \frac{7}{6}a : \frac{7}{11}b' : \frac{7}{3}a : \frac{7}{4}b : c$

sberg che il fu S. Zimmermann possedeva e mi comunicava. L'uno di essi
$\bar{1}$. L'altro invece era composto degli Scalenoedri 7 2 0, 38 2 3$\bar{1}$, del Rom-

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scalenoedri	
121			7 1 0	1 6 8	b^7	$b^1 b^{\frac{1}{6}} h^{\frac{1}{8}}$
122			8 1 0 (*)	1 7 9	b^8	$b^1 b^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{9}}$
123			9 1 0	1 8 10	b^9	$b^1 b^{\frac{1}{8}} h^{\frac{1}{10}}$
124			17 0 $\bar{2}$	2 17 15	$d^{\frac{17}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{17}} h^{\frac{1}{15}}$
125			7 0 $\bar{1}$	1 7 6	d^7	$b^1 b^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{6}}$
126			6 0 $\bar{1}$	1 6 5	d^6	$b^1 b^{\frac{1}{6}} h^{\frac{1}{5}}$
127	5 0 $\bar{1}$		5 0 $\bar{1}$	1 5 4	d^5	$b^1 b^{\frac{1}{5}} h^{\frac{1}{4}}$
128	4 0 $\bar{1}$		4 0 $\bar{1}$	1 4 3	d^4	$b^1 b^{\frac{1}{4}} h^{\frac{1}{3}}$
129			11 0 $\bar{3}$	3 11 8	$d^{\frac{11}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{11}} h^{\frac{1}{8}}$
130			7 0 $\bar{2}$	2 7 5	$d^{\frac{7}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{5}}$

(*) Rinvenni lo Scalenoedro 8 1 0 in uno stupendo cristallo del fu S. Zi
Romboedro di sfaldatura, e dall'altra dallo Scalenoedro 8 1 0.

MBOLI DI DANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
tetracisesaedrici			
$\frac{5}{8}^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{5}{8}R\frac{7}{5}$	$\frac{\frac{7}{8}P\frac{7}{6}}{2}$	$8a : b : \frac{8}{7}a : \frac{8}{13}b' : \frac{4}{3}a : \frac{8}{5}b : c$
$\frac{2}{3}^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{2}{3}R\frac{4}{3}$	$\frac{\frac{8}{9}P\frac{8}{7}}{2}$	$9a : b : \frac{9}{8}a : \frac{3}{5}b' : \frac{9}{7}a : \frac{3}{2}b : c$
$\frac{7}{10}^{\frac{9}{7}}$	$\frac{7}{10}R\frac{9}{7}$	$\frac{\frac{9}{10}P\frac{9}{8}}{2}$	$10a : b : \frac{10}{9}a : \frac{10}{17}b' : \frac{5}{4}a : \frac{10}{7}b : c$
$1^{\frac{19}{15}}$	$R\frac{19}{15}$	$\frac{\frac{19}{15}P\frac{19}{17}}{2}$	$\frac{15}{2}a : \frac{5}{7}b : \frac{15}{19}a : \frac{5}{12}b' : \frac{15}{17}a : b : c$
$1^{\frac{4}{3}}$	$R\frac{4}{3}$	$\frac{\frac{4}{3}P\frac{8}{7}}{2}$	$6a : \frac{2}{5}b : \frac{3}{4}a : \frac{2}{5}b' : \frac{6}{7}a : b : c$
$1^{\frac{7}{5}}$	$R\frac{7}{5}$	$\frac{\frac{7}{5}P\frac{7}{6}}{2}$	$5a : \frac{5}{8}b : \frac{5}{7}a : \frac{5}{13}b' : \frac{5}{6}a : b : c$
$1^{\frac{3}{2}}$	$R\frac{3}{2}$	$\frac{\frac{3}{2}P\frac{6}{5}}{2}$	$4a : \frac{4}{7}b : \frac{2}{3}a : \frac{4}{11}b' \cdot \frac{4}{5}a : b : c$
$1^{\frac{5}{3}}$	$R\frac{5}{3}$	$\frac{\frac{5}{3}P\frac{5}{4}}{2}$	$3a : \frac{1}{2}b : \frac{3}{5}a : \frac{1}{3}b' : \frac{3}{4}a : b : c$
$1^{\frac{7}{4}}$	$R\frac{7}{4}$	$\frac{\frac{7}{4}P\frac{14}{11}}{2}$	$\frac{8}{3}a : \frac{8}{17}b : \frac{4}{7}a : \frac{8}{25}b' : \frac{8}{11}a : b : c$
$1^{\frac{9}{5}}$	$R\frac{9}{5}$	$\frac{\frac{9}{5}P\frac{9}{7}}{2}$	$\frac{5}{2}a : \frac{5}{11}b : \frac{5}{9}a : \frac{5}{16}b' : \frac{5}{7}a : b : c$

rmann proveniente da Andreasberg. Esso era terminato per una parte dal

SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
tetracisesaedrici		
R^2	$\frac{2P\frac{4}{3}}{2}$	$2a : \frac{2}{5} b : \frac{1}{2} a : \frac{2}{7} b' : \frac{2}{5} a : b : c$
$R^{\frac{7}{3}}$	$\frac{\frac{7}{3}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{3}{2} a : \frac{1}{3} b : \frac{3}{7} a : \frac{1}{4} b' : \frac{3}{5} a : b : c$
R^3	$\frac{3P\frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : c$
$R^{\frac{13}{4}}$	$\frac{\frac{13}{4}P\frac{26}{17}}{2}$	$\frac{8}{9} a : \frac{8}{35} b : \frac{4}{13} a : \frac{8}{43} b' : \frac{8}{17} a : b : c$
$R^{\frac{7}{2}}$	$\frac{\frac{7}{2}P\frac{14}{9}}{2}$	$\frac{4}{5} a : \frac{4}{19} b : \frac{2}{7} a : \frac{4}{23} b' : \frac{4}{9} a : b : c$
$R^{\frac{11}{3}}$	$\frac{\frac{11}{3}P\frac{11}{7}}{2}$	$\frac{3}{4} a : \frac{1}{5} b : \frac{3}{11} a : \frac{1}{6} b' : \frac{3}{7} a : b : c$
$R^{\frac{27}{7}}$	$\frac{\frac{27}{7}P\frac{27}{17}}{2}$	$\frac{7}{10} a : \frac{7}{37} b : \frac{7}{27} a : \frac{7}{44} b' \cdot \frac{7}{17} a : b : c$
R^4	$\frac{4P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{2}{3} a : \frac{2}{11} b' : \frac{1}{4} a : \frac{2}{13} b' : \frac{2}{5} a : b : c$
$R^{\frac{13}{3}}$	[illegible]	[illegible] $: \frac{1}{7} b' : \frac{3}{8} a : b : c$
R[illegible]	[illegible]	[illegible] $\frac{1}{8}$ [illegible]

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGO-NALE	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
						Scalenoedri
141	10 0 $\bar{7}$		10 0 $\bar{7}$	7 10 3	$d^{\frac{10}{7}}$	$b^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{10}} h^{\frac{1}{3}}$
142	7 0 $\bar{5}$			5 7 2	$d^{\frac{7}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{2}}$
143	4 0 $\bar{3}$		4 0 $\bar{3}$	3 4 1	$d^{\frac{4}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{4}} h^{1}$
144			5 0 $\bar{4}$	4 5 1	$d^{\frac{5}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{5}} h^{1}$
145			6 0 $\bar{5}$	5 6 1	$d^{\frac{6}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{6}} h^{1}$
146			13 0 $\bar{11}$	11 13 2	$d^{\frac{13}{11}}$	$b^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{13}} h^{\frac{1}{2}}$
147			7 0 $\bar{6}$	6 7 1	$d^{\frac{7}{6}}$	$b^{\frac{1}{6}} b^{\frac{1}{7}} h^{1}$
148			8 0 $\bar{7}$	7 8 1	$d^{\frac{8}{7}}$	$b^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{8}} h^{1}$
						4. Scalenoedri
149	5 1 $\bar{1}$		5 1 $\bar{1}$	2 4 5	e_5	$b^{1} b^{\frac{1}{2}} h^{\frac{2}{3}}$
150	4 1 $\bar{1}$		4 1 $\bar{1}$	2 3 4	e_4	$b^{1} b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}}$

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI WEISS
tracisesaedrici			
$1^{\frac{17}{3}}$	$R^{\frac{17}{3}}$	$\frac{\frac{17}{3}P\frac{17}{10}}{2}$	$\frac{3}{7}a : \frac{1}{8}b : \frac{3}{17}a : \frac{1}{9}b' : \frac{3}{10}a : b : c$
1^6	R^6	$\frac{6P\frac{12}{7}}{2}$	$\frac{2}{5}a : \frac{2}{17}b : \frac{1}{6}a : \frac{2}{19}b' : \frac{2}{7}a : b : c$
1^7	R^7	$\frac{7P\frac{7}{4}}{2}$	$\frac{1}{5}a : \frac{1}{10}b : \frac{1}{7}a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{4}a : b : c$
1^9	R^9	$\frac{9P\frac{9}{5}}{2}$	$\frac{1}{4}a : \frac{1}{13}b : \frac{1}{9}a : \frac{1}{14}b' : \frac{1}{5}a : b : c$
1^{11}	R^{11}	$\frac{11P\frac{11}{6}}{2}$	$\frac{1}{5}a : \frac{1}{16}b : \frac{1}{11}a : \frac{1}{17}b' : \frac{1}{6}a : b : c$
1^{12}	R^{12}	$\frac{12P\frac{12}{13}}{2}$	$\frac{2}{11}a : \frac{2}{35}b : \frac{1}{12}a : \frac{2}{37}b' : \frac{2}{13}a : b : c$
1^{13}	R^{13}	$\frac{13P\frac{13}{3}}{2}$	$\frac{1}{6}a : \frac{1}{19}b : \frac{1}{13}a : \frac{1}{20}b' : \frac{1}{7}a : b : c$
1^{15}	R^{15}	$\frac{15P\frac{15}{8}}{2}$	$\frac{1}{7}a : \frac{1}{22}b : \frac{1}{15}a : \frac{1}{23}b' : \frac{1}{8}a : b : c$
cositetraedrici			
$\frac{2}{5}^{3}$	$\frac{2}{5}R^{3}$	$\frac{\frac{6}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	$\frac{5}{2}a : \frac{5}{8}b : \frac{5}{6}a : \frac{1}{2}b' : \frac{5}{4}a : \frac{5}{2}b : c$
$\frac{1}{4}^{5}$	$\frac{1}{4}R^{5}$	$\frac{\frac{5}{4}P\frac{5}{3}}{2}$	$2a : \frac{4}{7}b : \frac{4}{5}a : \frac{1}{2}b' : \frac{4}{5}a : 4b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	SIMBOLI DI WHEWELL — ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI LEVY — ESAGONALE
						Scalenoedri
131			$3\ 0\ \bar{1}$	1 3 2	d^{3}	$b^{1}\ b^{\frac{1}{3}}\ h^{\frac{1}{2}}$
132			$5\ 0\ \bar{2}$	2 5 3	$d^{\frac{5}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{5}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
133	$2\ 0\ \bar{1}$		$2\ 0\ \bar{1}$	1 2 1	d^{2}	a_{2}
134			$17\ 0\ \bar{9}$	9 17 8	$d^{\frac{17}{9}}$	$b^{\frac{1}{9}}\ b^{\frac{1}{17}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
135	$9\ 0\ \bar{5}$			5 9 4	$d^{\frac{9}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{9}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
136			$7\ 0\ \bar{4}$	4 7 3	$d^{\frac{7}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{7}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
137		$17\ 0\ \bar{10}$		10 17 7	$d^{\frac{17}{10}}$	$b^{\frac{1}{10}}\ b^{\frac{1}{17}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
138	$5\ 0\ \bar{3}$		$5\ 0\ \bar{3}$	3 5 2	$d^{\frac{5}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{5}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
139			$8\ 0\ \bar{5}$	5 8 3	$d^{\frac{8}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{8}}\ h^{\frac{1}{[illegible]}}$
140	$3\ 0\ \bar{2}$	$3\ 0\ \bar{2}$	$3\ 0\ \bar{2}$	2 3 1	$d^{\frac{3}{2}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{3}}\ h^{1}$

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
	tetracisesaedrici		
1^{2}	R^{2}	$\frac{2P\frac{4}{3}}{2}$	$2a : \frac{2}{5}b : \frac{1}{2}a : \frac{2}{7}b' : \frac{2}{3}a : b : c$
$1^{\frac{7}{3}}$	$R^{\frac{7}{3}}$	$\frac{\frac{7}{3}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{3}{2}a : \frac{1}{3}b : \frac{3}{7}a : \frac{1}{4}b' : \frac{3}{5}a : b : c$
1^{3}	R^{3}	$\frac{3P\frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : c$
$1^{\frac{13}{4}}$	$R^{\frac{13}{4}}$	$\frac{\frac{13}{4}P\frac{26}{17}}{2}$	$\frac{8}{9}a : \frac{8}{35}b : \frac{4}{13}a : \frac{8}{43}b' : \frac{8}{17}a : b : c$
$1^{\frac{7}{2}}$	$R^{\frac{7}{2}}$	$\frac{\frac{7}{2}P\frac{14}{9}}{2}$	$\frac{4}{3}a : \frac{4}{19}b : \frac{2}{7}a : \frac{4}{23}b' : \frac{4}{9}a : b : c$
$1^{\frac{11}{3}}$	$R^{\frac{11}{3}}$	$\frac{\frac{11}{3}P\frac{11}{7}}{2}$	$\frac{3}{4}a : \frac{1}{5}b : \frac{3}{11}a : \frac{1}{6}b' : \frac{3}{7}a : b : c$
$1^{\frac{27}{7}}$	$R^{\frac{27}{7}}$	$\frac{\frac{27}{7}P\frac{27}{17}}{2}$	$\frac{7}{10}a : \frac{7}{37}b : \frac{7}{27}a : \frac{7}{44}b' \cdot \frac{7}{17}a : b : c$
1^{4}	R^{4}	$\frac{4P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{2}{3}a : \frac{2}{11}b' : \frac{1}{4}a : \frac{2}{13}b' : \frac{2}{5}a : b : c$
$1^{\frac{13}{3}}$	$R^{\frac{13}{3}}$	$\frac{\frac{13}{3}P\frac{13}{8}}{2}$	$\frac{3}{5}a : \frac{1}{6}b : \frac{3}{13}a : \frac{1}{7}b' : \frac{3}{8}a : b : c$
1^{5}	R^{5}	$\frac{5P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{1}{2}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{3}a : b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
					Scalenoedri	
141	10 0 $\bar{7}$		10 0 $\bar{7}$	7 10 3	$d^{\frac{10}{7}}$	$b^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{10}} h^{\frac{1}{3}}$
142	7 0 $\bar{5}$			5 7 2	$d^{\frac{7}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}} h^{\frac{1}{2}}$
143	4 0 $\bar{3}$		4 0 $\bar{3}$	3 4 1	$d^{\frac{4}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{4}} h^{1}$
144			5 0 $\bar{4}$	4 5 1	$d^{\frac{5}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{5}} h^{1}$
145			6 0 $\bar{5}$	5 6 1	$d^{\frac{6}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{6}} h^{1}$
146			13 0 $\bar{11}$	11 13 2	$d^{\frac{13}{11}}$	$b^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{13}} h^{\frac{1}{2}}$
147			7 0 $\bar{6}$	6 7 1	$d^{\frac{7}{6}}$	$b^{\frac{1}{6}} b^{\frac{1}{7}} h^{1}$
148			8 0 $\bar{7}$	7 8 1	$d^{\frac{8}{7}}$	$b^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{8}} h^{1}$
					4. Scalenoedri	
149	5 1 $\bar{1}$		5 1 $\bar{1}$	2 4 5	e_5	$b^{1} b^{\frac{1}{2}} h^{\frac{2}{3}}$
150	4 1 $\bar{1}$		4 1 $\bar{1}$	2 3 4	e_4	$b^{1} b^{\frac{2}{3}} h^{\frac{1}{2}}$

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
tracisesaedrici			
$1^{\frac{17}{3}}$	$R^{\frac{17}{3}}$	$\frac{\frac{17}{3}P\frac{17}{10}}{2}$	$\frac{3}{7}a : \frac{1}{8}b : \frac{3}{17}a : \frac{1}{9}b' : \frac{3}{10}a : b : c$
1^{6}	R^{6}	$\frac{6P\frac{12}{7}}{2}$	$\frac{2}{5}a : \frac{2}{17}b : \frac{1}{6}a : \frac{2}{19}b' : \frac{2}{7}a \cdot b : c$
1^{7}	R^{7}	$\frac{7P\frac{7}{4}}{2}$	$\frac{1}{3}a : \frac{1}{10}b : \frac{1}{7}a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{4}a : b : c$
1^{9}	R^{9}	$\frac{9P\frac{9}{5}}{2}$	$\frac{1}{4}a : \frac{1}{13}b : \frac{1}{9}a : \frac{1}{14}b' : \frac{1}{5}a : b : c$
1^{11}	R^{11}	$\frac{11P\frac{11}{6}}{2}$	$\frac{1}{5}a : \frac{1}{16}b : \frac{1}{11}a : \frac{1}{17}b' : \frac{1}{6}a : b : c$
1^{12}	R^{12}	$\frac{12P\frac{12}{13}}{2}$	$\frac{2}{11}a : \frac{2}{35}b : \frac{1}{12}a : \frac{2}{37}b' : \frac{2}{13}a : b : c$
1^{13}	R^{13}	$\frac{13P\frac{13}{3}}{2}$	$\frac{1}{6}a : \frac{1}{19}b : \frac{1}{13}a : \frac{1}{20}b' : \frac{1}{7}a : b : c$
1^{15}	R^{15}	$\frac{15P\frac{15}{8}}{2}$	$\frac{1}{7}a : \frac{1}{22}b : \frac{1}{15}a : \frac{1}{23}b' : \frac{1}{8}a : b : c$
ositetraedrici			
$\frac{2}{5}^{3}$	$\frac{2}{5}R^{3}$	$\frac{\frac{6}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	$\frac{5}{2}a : \frac{5}{8}b : \frac{5}{6}a \cdot \frac{1}{2}b' : \frac{5}{4}a : \frac{5}{2}b : c$
$\frac{1}{4}^{5}$	$\frac{1}{4}R^{5}$	$\frac{\frac{5}{4}P\frac{5}{3}}{2}$	$2a : \frac{4}{7}b : \frac{4}{5}a : \frac{1}{2}b' : \frac{4}{5}a : 4b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
						Scalenoedri
151	$3\ 1\ \bar{1}$		$3\ 1\ \bar{1}$	$2\ 2\ 3$	e_3	$a^{[illegible]}$
152			$5\ 2\ \bar{2}$	$4\ 3\ 5$	$e_{\frac{5}{2}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}\ b^{[illegible]}$
153			$7\ 3\ \bar{3}$	$6\ 4\ 7$	$e_{\frac{7}{3}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}\ b^{[illegible]}$
154	$2\ 1\ \bar{1}$	$2\ 1\ \bar{1}$	$2\ 1\ \bar{1}$	$2\ 1\ 2$	e_2	$a_{\frac{1}{2}}$
155			$9\ 5\ \bar{5}$	$10\ 4\ 9$	$e_{\frac{9}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}\ b^{[illegible]}$
156			$3\ 2\ \bar{2}$	$4\ 1\ 3$	$e_{\frac{3}{2}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{1}\ b^{[illegible]}$
157			$7\ 5\ \bar{5}$ (*)	$10\ 2\ 7$	$e_{\frac{7}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{1}\ b^{[illegible]}$
158			$4\ 3\ \bar{3}$	$6\ 1\ 4$	$e_{\frac{4}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{2}\ b^{[illegible]}$
159			$5\ 4\ \bar{4}$	$8\ 1\ 5$	$e_{\frac{5}{4}}$	$b^{\frac{1}{8}}\ b^{1}\ b^{[illegible]}$
160			$9\ 8\ \bar{8}$	$16\ 1\ 9$	$e_{\frac{9}{8}}$	$b^{\frac{1}{16}}\ b^{1}\ b^{[illegible]}$

(*) Lo Scalenoedro $7\ 5\ \bar{5}$ è stato descritto dal sig. Wimmer: *Bericht*, [illegible]

L. Roux *Gerente*.

Fig. 1.

P.

Fig. 2.

P

Fig. 3.

P

…MBOLI DI …ANA	SIMBOLI DI NAUMANN — ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN — ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
…ositetraedrici			
$\frac{4}{3}2$	$\frac{4}{3}P2$	$\frac{4}{3}P2$	$\frac{3}{2}a : \frac{1}{2}b : \frac{3}{4}a : \frac{1}{2}b' : \frac{3}{2}a : \infty b : c$
$-\frac{1}{5}^{7}$	$-\frac{1}{5}R^{7}$	$-\frac{\frac{7}{5}P\frac{7}{4}}{2}$	$\frac{5}{3}a' : \frac{1}{2}b' : \frac{5}{7}a' : \frac{5}{11}b : \frac{5}{4}a' : 5b' : c$
$-\frac{2}{7}^{5}$	$-\frac{2}{7}R^{5}$	$-\frac{\frac{10}{7}P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{7}{4}a' : \frac{1}{2}b' : \frac{7}{10}a' : \frac{7}{16}b : \frac{7}{6}a' : \frac{7}{2}b' : c$
$-\frac{1}{2}^{3}$	$-\frac{1}{2}R^{3}$	$-\frac{\frac{3}{2}P\frac{3}{2}}{2}$	$2a' : \frac{1}{2}b' : \frac{2}{3}a' : \frac{2}{5}b : a' : 2b' : c$
$-\frac{2}{3}^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{2}{3}R^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{\frac{14}{9}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{9}{4}a' : \frac{1}{2}b' : \frac{9}{14}a' : \frac{3}{8}b : \frac{9}{10}a' : \frac{5}{2}b' : c$
$-1^{\frac{5}{3}}$	$-R^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{\frac{5}{3}P\frac{5}{4}}{2}$	$3a' : \frac{1}{2}b' : \frac{3}{5}a' : \frac{1}{3}b : \frac{3}{4}a' : b' : c$
$-\frac{8}{7}^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{8}{7}R^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{\frac{12}{7}P\frac{6}{5}}{2}$	$\frac{7}{2}a' : \frac{1}{2}b' : \frac{7}{12}a' : \frac{7}{22}b : \frac{7}{10}a' : \frac{7}{8}b' : c$
$-\frac{5}{4}^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{5}{4}R^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{\frac{7}{4}P\frac{7}{6}}{2}$	$4a' : \frac{1}{2}b' : \frac{4}{7}a' : \frac{4}{13}b : \frac{2}{3}a' : \frac{4}{5}b' : c$
$-\frac{7}{5}^{\frac{9}{7}}$	$-\frac{7}{5}R^{\frac{9}{7}}$	$-\frac{\frac{9}{5}P\frac{9}{8}}{2}$	$5a' : \frac{1}{2}b' : \frac{5}{9}a' : \frac{5}{17}b : \frac{5}{8}a' : \frac{5}{7}b' : c$
$-\frac{5}{3}^{\frac{17}{15}}$	$-\frac{5}{3}R^{\frac{17}{15}}$	$-\frac{\frac{17}{9}P\frac{17}{16}}{2}$	$9a' : \frac{1}{2}b' : \frac{9}{17}a' : \frac{3}{11}b : \frac{9}{16}a' : \frac{3}{5}b' : c$

3e *gen.* 8 *versammlung des Clausthal, naturwissenschaftl, Ver. Maja* 1854. *Vol. III.*

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI LEV[...] — ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE
					Scalenoedr[...]	
161			3 2 $\bar{3}$	5 1 2	$e_{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{1}{3}} d^{1} b$[...]
162			5 3 $\bar{5}$	8 2 3	$e_{\frac{3}{5}}$	$b^{\frac{1}{4}} b^{1}$[...]
163	2 1 $\bar{2}$	2 1 $\bar{2}$	2 1 $\bar{2}$	3 1 1	$e_{\frac{1}{2}}$	a_{3}
164	7 3 $\bar{7}$			10 4 3	$e_{\frac{3}{7}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{3}}$[...]
165			5 2 $\bar{5}$	7 3 2	$e_{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{3}}$[...]
166	3 1 $\bar{3}$		3 1 $\bar{3}$	4 2 1	$e_{\frac{1}{3}}$	$b^{\frac{1}{2}} b^{1} b$[...]
167			4 1 $\bar{4}$	5 3 1	$e_{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{3}} b$[...]
					5. Scalenoedr[...] (a) *Rapporto* [...]	
168		24 $\bar{11}$ $\bar{12}$		1 35 1	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{12}{11}} d^{1}$	a_{35}
169		16 $\bar{7}$ $\bar{8}$		1 23 1	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{8}{7}} d^{1}$	a_{23}
170		12 $\bar{5}$ $\bar{6}$		1 17 1	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{6}{5}} d^{1}$	a_{17}

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN — ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN — ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
iacisottaedrici			
$-2^{\frac{3}{2}}$	$-2R^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{3P\frac{6}{5}}{2}$	$2a' : \frac{2}{7}b' : \frac{1}{5}a' : \frac{2}{11}b : \frac{2}{5}a' : \frac{1}{2}b' : c$
$-2^{\frac{5}{3}}$	$-2R^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{\frac{10}{3}P\frac{5}{4}}{2}$	$\frac{3}{2}a' : \frac{1}{4}b' : \frac{3}{10}a' : \frac{1}{6}b : \frac{3}{8}a' : \frac{1}{2}b' : c$
-2^{2}	$-2R^{2}$	$-\frac{4P\frac{4}{3}}{2}$	$a' : \frac{1}{3}b' : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{7}b : \frac{1}{5}a' : \frac{1}{2}b' : c$
$-2^{\frac{7}{3}}$	$-2R^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{\frac{14}{3}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{3}{4}a' : \frac{1}{6}b' : \frac{3}{14}a' : \frac{1}{8}b : \frac{3}{10}a' : \frac{1}{2}b' : c$
$-2^{\frac{5}{2}}$	$-2R^{\frac{5}{2}}$	$-\frac{10P\frac{10}{7}}{2}$	$\frac{2}{3}a' : \frac{2}{13}b' : \frac{1}{5}a' : \frac{2}{17}b : \frac{2}{7}a' : \frac{1}{2}b' : c$
-2^{3}	$-2R^{3}$	$-\frac{6P\frac{3}{2}}{2}$	$\frac{1}{2}a' : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{6}a' : \frac{1}{10}b : \frac{1}{4}a' : \frac{1}{2}b' : c$
-2^{4}	$-2R^{4}$	$-\frac{8P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{1}{3}a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{8}a' : \frac{1}{13}b : \frac{1}{5}a' : \frac{1}{2}b' : c$
sacisottaedrici *ue indici* = −2			
$34^{\frac{18}{17}}$	$34R^{\frac{18}{17}}$	$\frac{36P\frac{36}{35}}{2}$	$a' : \frac{1}{37}b : \frac{1}{36}a : \frac{1}{71}b' : \frac{1}{35}a : \frac{1}{34}b : c$
$24^{\frac{12}{11}}$	$22R^{\frac{12}{11}}$	$\frac{24P\frac{24}{23}}{2}$	$a' : \frac{1}{25}b : \frac{1}{24}a : \frac{1}{47}b' : \frac{1}{23}a : \frac{1}{22}b : c$
$16^{\frac{9}{8}}$	$16R^{\frac{9}{8}}$	$\frac{18P\frac{18}{17}}{2}$	$a : \frac{1}{19}b : \frac{1}{18}a : \frac{1}{35}b' : \frac{1}{17}a : \frac{1}{16}b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
						Scalenoedri
171		$26\ \bar{10}\ \bar{13}$		$1\ 12\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{13}{10}} d^1$	a_{12}
172	$8\ \bar{3}\ \bar{4}$	$8\ \bar{3}\ \bar{4}$		$1\ 11\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{4}{5}} d^1$	a_{11}
173		$16\ \bar{5}\ \bar{8}$		$1\ 7\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{8}{5}} d^1$	a_7
174		$4\ \bar{1}\ \bar{2}$	$4\ \bar{1}\ \bar{2}$	$1\ 5\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^2 d^1$	a_5
175		$10\ \bar{2}\ \bar{5}$		$1\ 4\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{5}{2}} d^1$	a_4
176	$6\ \bar{1}\ \bar{3}$			$2\ 7\ 2$	$b^{\frac{1}{2}} d^3 d^1$	$a_{\frac{7}{2}}$
177		$8\ \bar{1}\ \bar{4}$		$1\ 3\ 1$	$b^{\frac{1}{2}} d^4 d^1$	a_3
178		$8\ 1\ \bar{4}$		$5\ 7\ 5$	$b^1 d^4 d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{7}{5}}$
179		$4\ 1\ \bar{2}$		$1\ 1\ 1$	$b^1 d^2 d^{\frac{1}{2}}$	a^1
180		$22\ 7\ \bar{11}$		$6\ 5\ 6$	$b^1 b^{\frac{11}{7}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{5}{6}}$

…MBOLI DI …ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
…acisottaedrici (*a*)			
$1^{\frac{13}{11}}$	$11R^{\frac{13}{11}}$	$\frac{13P\frac{13}{12}}{2}$	$a : \frac{1}{14} b : \frac{1}{13} a : \frac{1}{25} b' : \frac{1}{12} a : \frac{1}{11} b : c$
$10^{\frac{6}{5}}$	$10R^{\frac{6}{5}}$	$\frac{12P\frac{12}{11}}{2}$	$a : \frac{1}{13} b : \frac{1}{12} a : \frac{1}{23} b' : \frac{1}{11} a : \frac{1}{10} b : c$
$6^{\frac{4}{3}}$	$6R^{\frac{4}{3}}$	$\frac{8P\frac{8}{7}}{2}$	$a : \frac{1}{9} b : \frac{1}{8} a' : \frac{1}{15} b' : \frac{1}{7} a : \frac{1}{6} b : c$
$4^{\frac{3}{2}}$	$4R^{\frac{3}{2}}$	$\frac{6P\frac{6}{5}}{2}$	$a : \frac{1}{7} b : \frac{1}{6} a : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} b : c$
$3^{\frac{5}{3}}$	$3R^{\frac{5}{3}}$	$\frac{5P\frac{5}{4}}{2}$	$a : \frac{1}{6} b : \frac{1}{5} a : \frac{1}{9} b' : \frac{1}{4} a : \frac{1}{8} b : c$
$\frac{5}{2}^{\frac{9}{5}}$	$\frac{5}{2}R^{\frac{9}{5}}$	$\frac{\frac{9}{2}P\frac{9}{7}}{2}$	$a : \frac{2}{11} b : \frac{2}{9} a : \frac{1}{8} b' : \frac{2}{7} a : \frac{2}{5} b : c$
2^2	$2R^2$	$\frac{4P\frac{4}{3}}{2}$	$a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{4} a : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : c$
$\frac{2}{5}^{6}$	$\frac{2}{5}R^{6}$	$\frac{\frac{12}{5}P\frac{12}{7}}{2}$	$a : \frac{5}{17} b : \frac{5}{12} a : \frac{5}{19} b' : \frac{5}{7} a : \frac{5}{2} b : c$
2_2	$2P2$	$2P2$	$a : \frac{1}{3} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{5} b' : a : \infty b : c$
$-\frac{1}{6}^{11}$	$-\frac{1}{6}R^{11}$	$-\frac{\frac{11}{6}P\frac{11}{6}}{2}$	$\frac{6}{5} a' : \frac{5}{8} b' : \frac{6}{11} a' : \frac{6}{17} b : a' : 6 b' : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scalenoedri	
181	6 2 $\bar{3}$	6 2 $\bar{3}$		5 4 5	$b^1 d^{\frac{3}{2}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{4}{5}}$
182		8 3 $\bar{4}$		7 5 7	$b^3 d^{\frac{4}{3}} b^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{5}{7}}$
183		8 5 $\bar{4}$		3 1 3	$b^1 d^{\frac{4}{5}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{3}}$
184		10 7 $\bar{5}$		4 1 4	$b^1 d^{\frac{5}{7}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{4}}$
185		4 3 $\bar{2}$		5 1 5	$b^1 d^{\frac{2}{3}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{5}}$
186		14 11 $\bar{7}$		6 1 6	$b^1 d^{\frac{7}{11}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{6}}$
187		16 13 $\bar{8}$		7 1 7	$b^1 b^{\frac{8}{15}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{7}}$
188		20 17 $\overline{20}$		9 1 9	$b^1 d^{\frac{10}{17}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{9}}$
189		8 7 $\bar{4}$		11 1 11	$b^1 d^{\frac{4}{7}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{11}}$
190		10 9 $\bar{5}$		14 1 14	$b^1 d^{\frac{5}{9}} d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{14}}$

BOLI N NA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
cisottaedrici (*a*)			
$-\frac{1}{5}^{9}$	$-\frac{1}{5}R^{9}$	$-\frac{\frac{9}{5}P\frac{9}{5}}{2}$	$\frac{5}{4}a' : \frac{5}{13}b' : \frac{5}{9}a' : \frac{5}{14}b : a' : 5b' : c$
$-\frac{2}{7}^{6}$	$-\frac{2}{7}R^{6}$	$-\frac{\frac{12}{7}P\frac{12}{7}}{2}$	$\frac{7}{5}a' : \frac{7}{17}b' : \frac{7}{12}a' : \frac{7}{19}b : a' : \frac{7}{2}b' : c$
$-\frac{2}{3}^{2}$	$-\frac{2}{3}R^{2}$	$-\frac{\frac{4}{3}P\frac{4}{3}}{2}$	$3a' : \frac{3}{5}b' : \frac{3}{4}a' : \frac{3}{7}b : a' : \frac{3}{2}b' : c$
$-\frac{3}{4}^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{3}{4}R^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{\frac{5}{4}P\frac{5}{4}}{2}$	$4a' : \frac{2}{3}b' : \frac{4}{5}a' : \frac{4}{9}b : a' : \frac{4}{3}b' : c$
$-\frac{4}{5}^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{4}{5}R^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{\frac{6}{5}P\frac{6}{5}}{2}$	$5a' : \frac{5}{7}b' : \frac{5}{6}a' : \frac{5}{11}b : a' : \frac{5}{4}b' : c$
$-\frac{5}{6}^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{5}{6}R^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{\frac{7}{6}P\frac{7}{6}}{2}$	$6a' : \frac{3}{4}b' : \frac{6}{7}a' : \frac{6}{13}b : a' : \frac{6}{5}b' : c$
$-\frac{6}{7}^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{6}{7}R^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{\frac{8}{7}P\frac{8}{7}}{2}$	$7a' ; \frac{7}{9}b' : \frac{7}{8}a' : \frac{7}{15}b : a' : \frac{7}{6}b' : c$
$-\frac{8}{9}^{\frac{5}{4}}$	$-\frac{8}{9}R^{\frac{5}{4}}$	$-\frac{\frac{10}{9}P\frac{10}{9}}{2}$	$9a' : \frac{9}{11}b' : \frac{9}{10}a' : \frac{9}{19}b : a' : \frac{9}{8}b' : c$
$-\frac{10}{11}^{\frac{6}{5}}$	$-\frac{10}{11}R^{\frac{6}{5}}$	$-\frac{\frac{12}{11}P\frac{12}{11}}{2}$	$11a' : \frac{11}{13}b' : \frac{11}{12}a' : \frac{11}{23}b : a' : \frac{11}{10}b' : c$
$-\frac{13}{14}^{\frac{15}{13}}$	$-\frac{13}{14}R^{\frac{15}{13}}$	$-\frac{\frac{15}{14}P\frac{15}{14}}{2}$	$14a' : \frac{7}{8}b' : \frac{14}{15}a' : \frac{14}{29}b : a' : \frac{14}{13}b' : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEV[Y] — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
					Scalenoed[ri]	
191		12 11 $\bar{6}$		17 1 17	$b^1\ d^{\frac{6}{11}}\ d^{\frac{1}{2}}$	$a_{\frac{1}{17}}$
192		20 14 $\bar{7}$		7 2 9	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{7}{20}}$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{2}}\ b$…
193	3 2 $\bar{1}$			3 1 4	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{3}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^1\ b$…
194		7 4 $\bar{2}$		2 1 3	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{2}{7}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^1\ b$…
195		5 ·2 $\bar{1}$		1 1 2	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{5}}$	a^2
196	13 4 $\bar{2}$			2 3 5	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{2}{13}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{3}}\ b$…
197	7 2 $\bar{1}$			3 5 8	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{7}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{[illegible]}\ b$…
198	8 2 $\bar{1}$	8 2 $\bar{1}$		1 2 3	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{8}}$	$b^1\ b^{[illegible]}\ b$…
199	15 2 $\bar{1}$			3 13 16	$b^1\ d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{15}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{[illegible]}\ b$…
200		16 2 $\bar{1}$		3 14 17	$b^1\ b^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{6}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{[illegible]}\ b$…

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
sacisottaedrici *(a)*			
$-\frac{16}{17}^{\frac{9}{8}}$	$-\frac{16}{17}R^{\frac{9}{8}}$	$-\frac{\frac{18}{17}P\frac{18}{17}}{2}$	$17a' : \frac{17}{19}b' : \frac{17}{18}a' : \frac{17}{35}b : a' : \frac{17}{16}b' : c$
$-\frac{5}{9}^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{5}{9}R^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{P\frac{9}{7}}{2}$	$\frac{9}{2}a' : \frac{9}{11}b' : a' : \frac{9}{16}b : \frac{9}{7}a' : \frac{9}{5}b' : c$
$-\frac{1}{2}^{2}$	$-\frac{1}{2}R^{2}$	$-\frac{P\frac{4}{3}}{2}$	$4a' : \frac{4}{5}b' : a' : \frac{4}{7}b : \frac{4}{5}a' : 2b' : c$
$-\frac{2}{3}^{3}$	$-\frac{1}{3}R^{3}$	$-\frac{P\frac{5}{2}}{2}$	$3a' : \frac{5}{4}b' : a' : \frac{5}{5}b : \frac{5}{2}a' : 3b' : c$
I_2	P2	P2	$2a : \frac{2}{5}b : a : \frac{2}{3}b' : 2a : \infty b : c$
$\frac{1}{5}^{5}$	$\frac{1}{5}R^{5}$	$\frac{P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{5}{2}a : \frac{5}{7}b : a : \frac{5}{8}b' : \frac{5}{3}a : 5b : c$
$\frac{1}{4}^{4}$	$\frac{1}{4}R^{4}$	$\frac{P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{8}{5}a : \frac{8}{11}b : a : \frac{8}{13}b' : \frac{8}{5}a : 4b : c$
$\frac{1}{3}^{3}$	$\frac{1}{3}R^{3}$	$\frac{P\frac{3}{2}}{2}$	$3a : \frac{5}{4}b : a : \frac{5}{5}b' \cdot \frac{5}{2}a : 3b : c$
$\frac{5}{8}^{\frac{8}{5}}$	$\frac{5}{8}R^{\frac{8}{5}}$	$\frac{P\frac{16}{13}}{2}$	$\frac{16}{5}a : \frac{16}{19}b : a : \frac{16}{29}b' : \frac{16}{13}a' : \frac{8}{5}b : c$
$\frac{11}{17}^{\frac{17}{11}}$	$\frac{11}{17}R^{\frac{17}{11}}$	$\frac{P\frac{17}{14}}{2}$	$\frac{17}{5}a : \frac{17}{20}b : a : \frac{17}{31}b' : \frac{17}{14}a : \frac{17}{11}b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWEL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEV[Y] — ROMBOEDRICO	ESAGO[NALE]
					Scalenoed[ri]	
201		52 1 $\bar{2}$		1 17 17	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{52}}$	$a_{\frac{1}{17}}$
202		34 1 $\bar{2}$		1 11 11	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{34}}$	$a_{\frac{1}{11}}$
203		28 1 $\bar{2}$		1 9 9	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{28}}$	$a_{\frac{1}{9}}$
204		10 1 $\bar{2}$		1 3 3	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{10}}$	$a_{\frac{1}{3}}$
205	9 1 $\bar{2}$			3 8 8	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{9}}$	$a_{\frac{3}{8}}$
206	7 1 $\bar{2}$	7 1 $\bar{2}$		1 2 2	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{7}}$	$a_{\frac{1}{2}}$
207	6 1 $\bar{2}$			3 5 5	$b^{\frac{1}{4}} d^1 d^{\frac{1}{6}}$	$a_{\frac{3}{5}}$
208		11 2 $\bar{4}$		2 3 3	$b^{\frac{1}{2}} b^1 b^{\frac{2}{11}}$	$a_{\frac{2}{3}}$
209	5 1 $\bar{2}$			3 4 4	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{5}}$	$a_{\frac{3}{4}}$
210		23 5 $\overline{10}$		5 6 6	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{5}{23}}$	$a_{\frac{5}{6}}$

IBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
acisottaedrici (*a*)			
$\frac{16}{17}^{\frac{9}{8}}$	$\frac{16}{17}R^{\frac{9}{8}}$	$\frac{\frac{18}{17}P\frac{18}{17}}{2}$	$17a:\frac{17}{19}b:\frac{17}{18}a:\frac{17}{35}b':a:\frac{17}{16}b:c$
$\frac{10}{11}^{\frac{6}{5}}$	$\frac{10}{11}R^{\frac{6}{5}}$	$\frac{\frac{12}{11}P\frac{12}{11}}{2}$	$11a:\frac{11}{13}b:\frac{11}{12}a:\frac{11}{23}b':a:\frac{11}{10}b:c$
$\frac{8}{9}^{\frac{5}{4}}$	$\frac{8}{9}R^{\frac{5}{4}}$	$\frac{\frac{10}{9}P\frac{10}{9}}{2}$	$9a:\frac{9}{11}b:\frac{9}{10}a:\frac{9}{19}b':a:\frac{9}{8}b:c$
$\frac{2}{3}^{2}$	$\frac{2}{3}R^{2}$	$\frac{\frac{4}{3}P\frac{4}{3}}{2}$	$3a:\frac{3}{5}b:\frac{3}{4}a:\frac{3}{7}b':a:\frac{3}{2}b:c$
$\frac{5}{8}^{\frac{11}{5}}$	$\frac{5}{8}R^{\frac{11}{5}}$	$\frac{\frac{11}{8}P\frac{11}{8}}{2}$	$\frac{8}{3}a:\frac{4}{7}b:\frac{8}{11}a:\frac{8}{19}b':a\cdot\frac{8}{5}b:c$
$\frac{1}{2}^{3}$	$\frac{1}{2}R^{3}$	$\frac{\frac{3}{2}P\frac{3}{2}}{2}$	$2a:\frac{1}{2}b:\frac{2}{3}a:\frac{2}{5}b':a:2b\cdot c$
$\frac{2}{5}^{4}$	$\frac{2}{5}R^{4}$	$\frac{\frac{8}{5}P\frac{8}{5}}{2}$	$\frac{5}{3}a:\frac{5}{11}b:\frac{5}{8}a\cdot\frac{5}{13}b':a:\frac{5}{2}b:c$
$\frac{1}{3}^{5}$	$\frac{1}{3}R^{5}$	$\frac{\frac{5}{3}P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{5}{2}a:\frac{5}{7}b:\frac{5}{5}a:\frac{5}{8}b'a:3b:c$
$\frac{1}{4}^{7}$	$\frac{1}{4}R^{7}$	$\frac{\frac{7}{4}P\frac{7}{4}}{2}$	$\frac{4}{5}a:\frac{2}{5}b:\frac{4}{7}a:\frac{4}{11}b':a:4b:c$
$\frac{1}{6}^{11}$	$\frac{1}{6}R^{11}$	$\frac{\frac{11}{6}P\frac{11}{6}}{2}$	$\frac{6}{5}a:\frac{3}{8}b:\frac{6}{11}a:\frac{6}{17}b':a:6b:c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI LEV[Y] — ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE
					Scalenoedri	
211		15 4 $\bar{8}$		12 11 11	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{4}{15}}$	$a_{\frac{12}{11}}$
212		10 3 $\bar{6}$		9 7 7	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{3}{10}}$	$a_{\frac{9}{7}}$
213		22 7 $\bar{14}$		7 5 5	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{7}{22}}$	$a_{\frac{7}{5}}$
214			3 1 $\bar{2}$	3 2 2	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{1}{5}}$	$a_{\frac{3}{2}}$
215		14 5 $\bar{10}$		5 3 3	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{3}{14}}$	$a_{\frac{5}{3}}$
216		5 2 $\bar{4}$	5 2 $\bar{4}$	2 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{2}{5}}$	a_2
217		16 7 $\bar{14}$		7 3 3	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{7}{16}}$	$a_{\frac{7}{3}}$
218			11 5 $\bar{10}$	5 2 2	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{5}{11}}$	$a_{\frac{5}{2}}$
219			28 13 $\bar{26}$	13 5 5	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{13}{28}}$	$a_{\frac{13}{5}}$
220		17 8 $\bar{16}$		8 3 3	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{8}{17}}$	$a_{\frac{8}{3}}$

...MBOLI DI ...ANA	SIMBOLI DI NAUMANN: ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN: ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
...sacisottaedrici *(a)*			
$-\frac{1}{11}^{23}$	$-\frac{1}{11}R^{23}$	$\frac{\frac{23}{11}P\frac{23}{12}}{2}$	$a':\frac{11}{34}b':\frac{11}{23}a':\frac{11}{35}b:\frac{11}{12}a':11b':c$
$-\frac{2}{7}^{8}$	$-\frac{2}{7}R^{8}$	$\frac{\frac{16}{7}P\frac{16}{9}}{2}$	$a':\frac{7}{23}b':\frac{7}{16}a':\frac{7}{25}b:\frac{7}{9}a':\frac{7}{2}b':c$
$-\frac{2}{5}^{6}$	$-\frac{11}{7}R^{6}$	$\frac{\frac{12}{5}P\frac{12}{7}}{2}$	$a':\frac{5}{17}b':\frac{5}{12}a':\frac{5}{19}b:\frac{5}{7}a':\frac{5}{2}b':c$
$-\frac{1}{2}^{5}$	$-\frac{1}{2}R^{5}$	$-\frac{\frac{5}{2}P\frac{5}{3}}{2}$	$a':\frac{2}{7}b':\frac{2}{5}a':\frac{1}{4}\ :\frac{2}{3}a':2b':c$
$-\frac{2}{3}^{4}$	$-\frac{2}{3}R^{4}$	$-\frac{\frac{8}{3}P\frac{8}{5}}{2}$	$a':\frac{3}{11}b':\frac{3}{8}a':\frac{3}{13}b:\frac{3}{5}a':\frac{3}{2}b':c$
-1^{3}	$-R^{3}$	$-\frac{3P\frac{3}{2}}{2}$	$a':\frac{1}{4}b':\frac{1}{3}a':\frac{1}{5}b:\frac{1}{2}a':b':c$
$-\frac{4}{3}^{\frac{5}{2}}$	$-\frac{4}{3}R^{\frac{5}{2}}$	$-\frac{\frac{10}{3}P\frac{10}{7}}{2}$	$a':\frac{3}{13}b':\frac{3}{10}a':\frac{3}{17}b:\frac{3}{7}a':\frac{3}{4}b':c$
$-\frac{3}{2}^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{3}{2}R^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{\frac{7}{2}P\frac{7}{5}}{2}$	$a':\frac{2}{9}b':\frac{2}{7}a':\frac{1}{6}b:\frac{2}{5}a':\frac{2}{3}b':c$
$-\frac{8}{5}^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{8}{5}R^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{\frac{18}{5}P\frac{18}{13}}{2}$	$a':\frac{5}{23}b':\frac{5}{18}a':\frac{5}{31}b:\frac{5}{13}a':\frac{5}{8}b':c$
$-\frac{5}{3}^{\frac{11}{5}}$	$-\frac{5}{3}R^{\frac{11}{5}}$	$-\frac{\frac{11}{3}P\frac{11}{8}}{2}$	$a':\frac{3}{14}b':\frac{3}{11}a':\frac{3}{19}b:\frac{3}{8}a':\frac{3}{5}b':c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LE…	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAG…NA…
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scaleno…	
221	13 7 $\bar{14}$	13 7 $\bar{14}$		7 2 2	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{7}{13}}$	$a_{\frac{7}{2}}$
222	9 5 $\bar{10}$			15 4 4	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{5}{9}}$	$a_{\frac{15}{4}}$
223		12 7 $\bar{14}$		21 5 5	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{7}{12}}$	$a_{\frac{21}{5}}$
224	5 3 $\bar{6}$			9 2 2	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{3}{5}}$	$a_{\frac{9}{2}}$
225	8 5 $\bar{10}$	8 5 $\bar{10}$		5 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{5}{8}}$	a_5
226		44 29 $\bar{58}$		29 5 5	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{29}{44}}$	$a_{\frac{29}{5}}$
227	3 2 $\bar{4}$		3 2 $\bar{4}$	6 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{2}{3}}$	a_6
228		16 11 $\bar{22}$		33 5 5	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{11}{16}}$	$a^{\frac{33}{5}}$
229	4 3 $\bar{6}$		4 3 $\bar{6}$	9 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{3}{4}}$	a_9
230		5 4 $\bar{8}$		12 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{4}{5}}$	a_{12}

MBOLI DI ...ANA	SIMBOLI DI NAUMANN — ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN — ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
...acisottaedrici (*a*)			
$-\frac{5}{2}^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{5}{2}R^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{\frac{9}{2}P\frac{9}{7}}{2}$	$a' : \frac{2}{11}b' : \frac{2}{9}a' : \frac{1}{8}b : \frac{2}{7}a' : \frac{2}{5}b' : c$
$-\frac{11}{4}^{\frac{19}{11}}$	$-\frac{11}{4}R^{\frac{19}{11}}$	$-\frac{\frac{19}{4}P\frac{19}{15}}{2}$	$a' : \frac{4}{23}b' : \frac{4}{19}a' : \frac{2}{17}b : \frac{4}{15}a' : \frac{4}{11}b' : c$
$-\frac{16}{5}^{\frac{13}{8}}$	$-\frac{16}{5}R^{\frac{13}{8}}$	$-\frac{\frac{26}{5}P\frac{26}{21}}{2}$	$a' : \frac{5}{51}b' : \frac{5}{26}a' : \frac{5}{47}b : \frac{5}{21}a' : \frac{5}{16}b' : c$
$-\frac{7}{2}^{\frac{11}{7}}$	$-\frac{7}{2}R^{\frac{11}{7}}$	$-\frac{\frac{11}{2}P\frac{11}{9}}{2}$	$a' : \frac{2}{13}b' : \frac{2}{11}a' : \frac{1}{10}b : \frac{2}{9}a' : \frac{2}{7}b' : c$
$-4^{\frac{3}{2}}$	$-4R^{\frac{3}{2}}$	$-\frac{6P\frac{6}{5}}{2}$	$a' : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{6}a' : \frac{1}{11}b : \frac{1}{5}a' : \frac{1}{4}b' : c$
$-\frac{24}{5}^{\frac{17}{12}}$	$-\frac{24}{5}R^{\frac{17}{12}}$	$-\frac{\frac{34}{5}P\frac{34}{29}}{2}$	$a' : \frac{5}{39}b' : \frac{5}{34}a' : \frac{5}{63}b : \frac{5}{29}a' : \frac{5}{24}b' : c$
$-5^{\frac{7}{5}}$	$-5R^{\frac{7}{5}}$	$-\frac{7P\frac{7}{6}}{2}$	$a' : \frac{1}{8}b' : \frac{1}{7}a' : \frac{1}{13}b : \frac{1}{6}a' : \frac{1}{5}b' : c$
$-\frac{28}{5}^{\frac{19}{14}}$	$-\frac{28}{5}R^{\frac{19}{14}}$	$-\frac{\frac{38}{5}P\frac{38}{33}}{2}$	$a' : \frac{5}{43}b' : \frac{5}{38}a' : \frac{5}{71}b : \frac{5}{33}a' : \frac{5}{28}b' : c$
$-8^{\frac{5}{4}}$	$-8R^{\frac{5}{4}}$	$-\frac{10P\frac{10}{9}}{2}$	$a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{10}a' : \frac{1}{19}b : \frac{1}{9}a' : \frac{1}{8}b' : c$
$-11^{\frac{13}{11}}$	$-11R^{\frac{13}{11}}$	$-\frac{13P\frac{13}{12}}{2}$	$a' : \frac{1}{14}b' : \frac{1}{13}a' : \frac{1}{25}b : \frac{1}{12}a' : \frac{1}{11}b' : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGO-NALE	SIMBOLI DI LE[VY] — ROMBOE-DRICO	ESA[GO]-NA[LE]
					Scalenoe[dri]	
231		8 7 $\overline{14}$		21 1 1	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{7}{8}}$	a_{2}
232		10 9 $\overline{18}$		27 1 8	$b^{\frac{1}{2}}\ d^1\ d^{\frac{9}{20}}$	a_{27}
					Scalenoe[dri] (b) *Rapporto di* … *int*…	
233		40 $\overline{1}$ $\overline{2}$		1 41 37	$b^{\frac{1}{20}}\ d^2\ d^1$	$b^1\ b^{\frac{1}{41}}$
234		20 $\overline{1}$ $\overline{2}$		1 21 17	$b^{\frac{1}{10}}\ d^2\ d^1$	$b^1\ b^{\frac{1}{21}}$
235		10 $\overline{1}$ $\overline{2}$		1 11 7	$b^{\frac{1}{5}}\ d^2\ d^1$	$b^1\ b^{\frac{1}{11}}$
236		20 $\overline{3}$ $\overline{6}$		3 23 11	$b^{\frac{3}{10}}\ d^2\ d^1$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{2}}$
237		40 $\overline{7}$ $\overline{14}$		7 47 19	$b^{\frac{7}{20}}\ d^2\ d^1$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{47}}$
238	6 3 $\overline{2}$			5 3 7	$b^5\ d^2\ d^1$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{3}}$
239	8 4 $\overline{3}$			7 4 9	$b^{\frac{8}{3}}\ d^2\ d^1$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{4}}$
240			6 3 $\overline{4}$	7 3 5	$b^{\frac{3}{2}}\ d^2\ d^1$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{3}}$

OLI … NA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE	
isottaedrici (*a*)			
$\theta^{\frac{11}{10}}$	$-20\,R^{\frac{11}{10}}$	$-\frac{22\,P\frac{22}{21}}{2}$	$a' : \frac{1}{23} b' : \frac{1}{22} a' : \frac{1}{43} b : \frac{1}{21} a' : \frac{1}{20} b' : c$
$6^{\frac{14}{13}}$	$-26\,R^{\frac{14}{13}}$	$-\frac{28\,P\frac{28}{27}}{2}$	$a' : \frac{1}{29} b' : \frac{1}{28} a' : \frac{1}{55} b : \frac{1}{27} a' : \frac{1}{26} b' : c$
isottaedrici *ci eguale ad un numero* *unque*			
$\frac{21}{20}$	$\frac{40}{37} R^{\frac{21}{20}}$	$\frac{\frac{42}{37} P \frac{42}{41}}{2}$	$a : \frac{1}{43} b : \frac{1}{42} a : \frac{1}{83} b' : \frac{1}{41} a : \frac{1}{40} b : \frac{1}{37} c$
$\frac{11}{10}$	$\frac{20}{17} R^{\frac{11}{10}}$	$\frac{\frac{22}{17} P \frac{22}{21}}{2}$	$a : \frac{1}{23} b : \frac{1}{22} a : \frac{1}{43} b' : \frac{1}{21} a : \frac{1}{20} b : \frac{1}{17} c$
$\frac{6}{5}$	$\frac{10}{7} R^{\frac{6}{5}}$	$\frac{\frac{12}{7} P \frac{12}{11}}{2}$	$a : \frac{1}{13} b : \frac{1}{12} a : \frac{1}{23} b' : \frac{1}{11} a : \frac{1}{10} b : \frac{1}{7} c$
$\frac{13}{10}$	$\frac{20}{11} R^{\frac{13}{10}}$	$\frac{\frac{26}{11} P \frac{26}{23}}{2}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{29} b : \frac{1}{26} a : \frac{1}{49} b' : \frac{1}{23} a : \frac{1}{20} b : \frac{1}{11} c$
$\frac{27}{20}$	$\frac{40}{19} R^{\frac{27}{20}}$	$\frac{\frac{54}{19} P \frac{54}{47}}{2}$	$\frac{1}{7} a : \frac{1}{61} b : \frac{1}{54} a : \frac{1}{101} b' : \frac{1}{47} a \cdot \frac{1}{40} b : \frac{1}{19} c$
$\frac{2}{7}^{4}$	$-\frac{2}{7} R^{4}$	$-\frac{\frac{8}{7} P \frac{8}{5}}{2}$	$\frac{1}{5} a' : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{8} a' \cdot \frac{1}{13} b : \frac{1}{5} a : \frac{1}{2} b : \frac{1}{7} c$
$\frac{1}{3}^{\frac{11}{3}}$	$-\frac{1}{3} R^{\frac{11}{3}}$	$-\frac{\frac{11}{9} P \frac{11}{7}}{2}$	$\frac{3}{4} a' : \frac{1}{5} b' : \frac{3}{11} a' : \frac{1}{6} b : \frac{3}{7} a' : b' : \frac{1}{3} c$
$\frac{5}{2}$	$-\frac{4}{5} R^{\frac{5}{2}}$	$-\frac{2\,P\frac{10}{7}}{2}$	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{13} b' : \frac{1}{10} a' : \frac{1}{17} b : \frac{1}{7} a' : \frac{1}{8} b' : \frac{1}{5} c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEV… — ROMBOEDRICO	ESAGO-NALE
					Scalenoedr…	
241	4 2 $\bar{3}$		4 2 $\bar{3}$	5 2 3	$b^{\frac{4}{3}}\ d^{2}\ d^{1}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{2}}$ …
242			10 5 $\bar{8}$	13 5 7	$b^{\frac{5}{4}}\ d^{2}\ d^{1}$	$b^{\frac{1}{13}}\ b^{\frac{1}{5}}$ …
243		12 $\bar{1}$ $\bar{4}$		3 13 7	$b^{\frac{1}{5}}\ d^{4}\ d^{1}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{13}}$ …
244	12 1 $\bar{4}$			5 11 9	$b^{1}\ d^{4}\ d^{\frac{1}{3}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{11}}$ …
245		7 3 $\bar{1}$		4 4 9	$b^{1}\ d^{\frac{1}{3}}\ d^{\frac{1}{7}}$	[illegible]
246	8 1 $\bar{3}$			4 7 6	$b^{\frac{1}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{8}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{2}{7}}$ …
247	5 1 $\bar{3}$		5 1 $\bar{3}$	4 4 3	$b^{\frac{1}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{5}}$	[illegible]
248			7 2 $\bar{6}$	8 5 3	$b^{\frac{1}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{7}}$	$b^{\frac{1}{8}}\ b^{\frac{1}{5}}$ …
249	5 2 $\bar{6}$			8 3 1	$b^{\frac{1}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{1}{8}}\ b^{\frac{1}{3}}$ …
250			15 5 $\bar{8}$	3 20 2	$b^{\frac{1}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{5}{8}}$	$b^{\frac{2}{3}}\ b^{\frac{1}{10}}$ …

BOLI DI NA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
cisottaedrici (*b*)			
$1^{\frac{7}{3}}$	$-R^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{\frac{7}{3}P\frac{7}{5}}{2}$	$\frac{3}{2}a':\frac{1}{3}b':\frac{6}{7}a':\frac{1}{4}b:\frac{3}{5}a':b':c$
$\frac{8}{7}{}^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{8}{7}R^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{\frac{18}{7}P\frac{18}{13}}{2}$	$\frac{1}{3}a':\frac{1}{23}b'\ \frac{1}{18}a'\cdot\frac{1}{31}b:\frac{1}{13}a':\frac{1}{8}b':\frac{1}{7}c$
$\frac{10}{7}{}^{\frac{8}{3}}$	$\frac{10}{7}R^{\frac{8}{3}}$	$\frac{\frac{16}{7}P\frac{16}{13}}{2}$	$\frac{1}{3}a:\frac{1}{19}b:\frac{1}{16}a:\frac{1}{29}b':\frac{1}{13}a:\frac{1}{10}b:\frac{1}{7}c$
$\frac{2}{3}{}^{\frac{8}{3}}$	$\frac{2}{3}R^{\frac{8}{3}}$	$\frac{\frac{16}{9}P\frac{16}{11}}{2}$	$\frac{3}{5}a:\frac{1}{7}b\ \frac{3}{16}a:\frac{1}{9}b':\frac{3}{11}a:\frac{1}{2}b:\frac{1}{3}c$
$\frac{8}{9}2$	$\frac{8}{9}P2$	$\frac{8}{9}P2$	$a:\frac{1}{3}b\cdot\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}b':a:\infty b\cdot\frac{4}{9}c$
$\frac{1}{2}{}^{\frac{11}{3}}$	$\frac{1}{2}R^{\frac{11}{3}}$	$\frac{\frac{11}{6}P\frac{11}{7}}{2}$	$\frac{3}{4}a:\frac{1}{5}b:\frac{3}{11}a:\frac{1}{6}b':\frac{3}{7}a:b:\frac{1}{2}c$
$\frac{8}{3}2$	$\frac{8}{3}P2$	$\frac{8}{3}P2$	$a:\frac{1}{3}b:\frac{1}{2}a:\frac{1}{3}b':a:\infty b:\frac{4}{3}c$
$-1^{\frac{13}{3}}$	$-R^{\frac{13}{3}}$	$-\frac{\frac{13}{3}P\frac{13}{8}}{2}$	$\frac{3}{5}a':\frac{1}{6}b':\frac{3}{13}a':\frac{1}{7}b:\frac{3}{8}a':b':c$
$-5^{\frac{11}{5}}$	$-5R^{\frac{11}{5}}$	$-\frac{11P\frac{11}{8}}{2}$	$\frac{1}{3}a':\frac{1}{14}b':\frac{1}{11}a':\frac{1}{19}b:\frac{1}{8}a':\frac{1}{5}b':c$
$\frac{17}{2}{}^{\frac{23}{17}}$	$\frac{17}{2}R^{\frac{23}{17}}$	$\frac{\frac{23}{2}P\frac{23}{20}}{2}$	$\frac{1}{3}a:\frac{1}{26}b:\frac{1}{23}a:\frac{1}{43}b':\frac{1}{20}a:\frac{1}{17}b:\frac{1}{2}c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scalenoedri	
251			$5\ \bar{1}\ \bar{3}$	2 6 1	$b^{\frac{1}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{3}}$	$b^{1}\ b^{\frac{1}{3}}\ h$
252	$6\ 2\ \bar{7}$			9 4 1	$b^{\frac{2}{7}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{1}{9}}\ b^{\frac{1}{4}}\ h$
253			$8\ 3\ \bar{2}$	5 5 9	$b^{1}\ d^{\frac{2}{3}}\ d^{\frac{1}{4}}$	$a^{\frac{9}{5}}$
254	$11\ 1\ \bar{4}$			5 10 8	$b^{\frac{1}{4}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{11}}$	$b^{2}\ b^{1}\ h$
255		$53\ 8\ 3\bar{2}$		40 45 29	$b^{\frac{1}{4}}\ d^{1}\ d^{\frac{8}{53}}$	$b^{\frac{1}{8}}\ b\ b$
256			$5\ 1\ \bar{4}$	5 4 2	$b^{\frac{1}{4}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{2}{5}}\ b\ h$
257			$12\ \bar{3}\ \bar{7}$	4 15 2	$b^{\frac{1}{4}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{7}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{15}}\ h$
258		$72\ \bar{1}\ \bar{4}$		3 73 67	$b^{\frac{1}{72}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{73}}\ h$
259		$36\ \bar{1}\ \bar{4}$		3 37 31	$b^{\frac{1}{36}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{37}}\ h$
260	$13\ \bar{1}\ \bar{4}$			3 14 8	$b^{\frac{1}{13}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{2}{3}}\ b^{\frac{1}{7}}\ h$

…MBOLI DI …ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
…acisottaedrici (a)			
4^{2}	$4R^{2}$	$\frac{8P\frac{4}{3}}{2}$	$a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{4} a : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : 2c$
$5^{\frac{13}{5}}$	$-5R^{\frac{13}{5}}$	$-\frac{13P\frac{13}{9}}{2}$	$\frac{1}{4} a' : \frac{1}{17} b' : \frac{1}{13} a' : \frac{1}{22} b : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{5} b' : c$
$\frac{10}{9} 2$	$\frac{10}{9} P 2$	$\frac{10}{9} P 2$	$a : \frac{1}{3} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} b' \cdot a : \infty b : \frac{5}{9} c$
$\frac{5}{8}^{3}$	$\frac{5}{8} R^{3}$	$\frac{\frac{15}{8} P \frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : \frac{5}{8} c$
$\frac{5}{29}^{17}$	$\frac{5}{29} R^{17}$	$\frac{\frac{85}{29} P \frac{17}{9}}{2}$	$\frac{1}{8} a : \frac{1}{25} b : \frac{1}{17} a : \frac{1}{26} b' : \frac{1}{9} a : b : \frac{5}{29} c$
^{9}	$-\frac{1}{2} R^{9}$	$-\frac{\frac{9}{2} P \frac{9}{5}}{2}$	$\frac{1}{4} a' : \frac{1}{13} b' : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{14} b : \frac{1}{5} a' : b' : \frac{1}{2} c$
$^{\frac{19}{11}}$	$\frac{11}{2} R^{\frac{19}{11}}$	$\frac{\frac{19}{2} P \frac{19}{15}}{2}$	$\frac{1}{4} a : \frac{1}{23} b : \frac{1}{19} a : \frac{1}{34} b' : \frac{1}{15} a : \frac{1}{11} b : \frac{1}{2} c$
$\frac{70}{67}^{\frac{38}{35}}$	$\frac{70}{67} R^{\frac{38}{35}}$	$\frac{\frac{76}{67} P \frac{76}{73}}{2}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{79} b : \frac{1}{76} a : \frac{1}{149} b' \cdot \frac{1}{73} a : \frac{1}{70} b : \frac{1}{67} c$
$^{\frac{20}{17}}$	$\frac{34}{31} R^{\frac{20}{17}}$	$\frac{\frac{40}{31} P \frac{40}{37}}{2}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{43} b : \frac{1}{40} a : \frac{1}{77} b' : \frac{1}{37} a : \frac{1}{34} b : \frac{1}{31} c$
$^{\frac{17}{11}}$	$\frac{11}{8} R^{\frac{17}{11}}$	$\frac{\frac{17}{8} P \frac{17}{14}}{2}$	$\frac{1}{3} a : \frac{1}{20} b : \frac{1}{17} a : \frac{1}{31} b' : \frac{1}{14} a : \frac{1}{11} b : \frac{1}{8} c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEV	
	ROMBOEDRICO			ESAGO-NALE	ROMBOE-DRICO	ESAGO-NALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
						Scalenoedr
261		11 $\bar{1}$ $\bar{4}$		1 4 2	$b^{\frac{1}{11}}\ d^1\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^2\ b^{\frac{1}{2}}$
262	15 $\bar{2}$ $\bar{8}$			6 17 5	$b^{\frac{2}{15}}\ d^1\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{1}{6}}\ b^{\frac{1}{17}}\ b$
263			8 2 $\bar{5}$	7 6 5	$b^{\frac{2}{5}}\ d^1\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{6}}\ b$
264			8 2 $\bar{7}$	3 2 1	$b^{\frac{2}{7}}\ d^1\ d^{\frac{1}{4}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{2}}\ b$
265		12 3 $\bar{14}$		17 9 1	$b^{\frac{3}{14}}\ d^1\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{1}{17}}\ b^{\frac{1}{4}}\ b$
266			7 1 $\bar{5}$	2 2 1	$b^{\frac{1}{5}}\ d^1\ d^{\frac{1}{7}}$	$a^{\frac{1}{2}}$
267		25 $\bar{5}$ $\bar{11}$		2 10 3	$b^{\frac{1}{5}}\ d^1\ d^{\frac{5}{11}}$	$b^1\ b^{\frac{1}{5}}$
268			15 $\bar{2}$ $\bar{10}$	8 17 3	$b^{\frac{2}{15}}\ d^1\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{17}}$
269			7 $\bar{1}$ $\bar{5}$	4 8 1	$b^{\frac{1}{7}}\ d^1\ d^{\frac{1}{5}}$	$b^1\ b^{\frac{1}{2}}$
270	15 3 $\bar{4}$			7 12 14	$b^{\frac{3}{4}}\ b^1\ d^{\frac{4}{5}}$	$b^{\frac{2}{7}}\ b^{\frac{1}{6}}\ b$

MBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
sacisotaedrici (*b*)			
$\frac{3}{2}^{\frac{5}{3}}$	$\frac{3}{2}R^{\frac{5}{3}}$	$\frac{\frac{5}{2}P\frac{5}{4}}{2}$	$a : \frac{1}{6}b : \frac{1}{5}a : \frac{1}{9}b' : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$
$\frac{11}{5}^{\frac{23}{11}}$	$\frac{11}{5}R^{\frac{23}{11}}$	$\frac{\frac{23}{5}P\frac{23}{17}}{2}$	$\frac{1}{6}a : \frac{1}{29}b : \frac{1}{23}a : \frac{1}{40}b' : \frac{1}{17}a : \frac{1}{11}b : \frac{1}{5}c$
$-\frac{1}{5}^{13}$	$-\frac{1}{5}R^{13}$	$-\frac{\frac{13}{5}P\frac{13}{7}}{2}$	$\frac{1}{6}a' : \frac{1}{19}b' : \frac{1}{13}a' : \frac{1}{20}b : \frac{1}{7}a' : b' : \frac{1}{5}c$
-1^{5}	$-R^{5}$	$-\frac{5P\frac{5}{3}}{2}$	$\frac{1}{2}a' : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{5}a' : \frac{1}{8}b : \frac{1}{3}a' : b' : c$
$-8^{\frac{13}{4}}$	$-8R^{\frac{13}{4}}$	$-\frac{26P\frac{26}{17}}{2}$	$\frac{1}{9}a' : \frac{1}{35}b' : \frac{1}{26}a' : \frac{1}{43}b : \frac{1}{17}a' : \frac{1}{8}b' : c$
4^{2}	$4P2$	$4P2$	$a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}b' : a : \infty b : 2c$
$\frac{8}{3}^{\frac{3}{2}}$	$\frac{8}{3}R^{\frac{3}{2}}$	$\frac{P\frac{6}{5}}{2}$	$a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{6}a : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}b : \frac{2}{3}c$
$3^{\frac{25}{9}}$	$3R^{\frac{25}{9}}$	$\frac{\frac{25}{3}P\frac{25}{17}}{2}$	$\frac{3}{8}a : \frac{1}{11}b : \frac{3}{25}a : \frac{1}{14}b' : \frac{3}{17}a : \frac{1}{3}b : c$
4^{3}	$4R^{3}$	$\frac{12P\frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4}b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{2}a : b : 4c$
$\frac{5}{14}^{\frac{19}{5}}$	$\frac{5}{14}R^{\frac{19}{5}}$	$\frac{\frac{19}{14}P\frac{19}{12}}{2}$	$\frac{1}{7}a : \frac{1}{26}b : \frac{1}{19}a : \frac{1}{54}b' : \frac{1}{12}a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{14}c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
						Scalenoedri
271			8 1 $\bar{6}$	7 7 3	$b^{\frac{1}{6}}\ d^1\ d^{\frac{1}{8}}$	$a^{\frac{3}{7}}$
272			7 1 $\bar{6}$	7 6 2	$b^{\frac{1}{6}}\ d^1\ d^{\frac{1}{7}}$	$b^{\frac{2}{7}}\ b^{\frac{1}{3}}\ h^1$
273		18 $\bar{3}$ $\bar{8}$		5 21 7	$b^{\frac{1}{6}}\ d^1\ d^{\frac{3}{8}}$	$b^{\frac{7}{3}}\ b^{\frac{1}{3}}\ h^1$
274		9 $\bar{1}$ $\bar{6}$		5 10 2	$b^{\frac{1}{9}}\ d^1\ d^{\frac{1}{6}}$	$b^2\ b^1\ h^3$
275	12 2 $\bar{5}$			7 10 9	$b^{\frac{2}{5}}\ d^1\ d^{\frac{1}{6}}$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{\frac{1}{10}}\ h^{\frac{1}{9}}$
276		18 3 $\bar{16}$		19 15 5	$b^{\frac{3}{16}}\ d^1\ d^{\frac{1}{6}}$	$b^{\frac{3}{19}}\ b^{\frac{1}{3}}\ h^4$
277			21 $\bar{3}$ $\bar{11}$	8 24 7	$b^{\frac{1}{7}}\ d^1\ d^{\frac{3}{11}}$	$b^1\ b^{\frac{1}{3}}\ h^{\frac{3}{7}}$
278	11 $\bar{1}$ $\bar{7}$		11 $\bar{1}$ $\bar{7}$	2 4 1	$b^{\frac{1}{11}}\ d^1\ d^{\frac{1}{7}}$	$b^1\ b^{\frac{1}{2}}\ h^2$
279		14 11 2		3 1 9	$b^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{2}{11}}\ d^1$	$b^1\ b^3\ h^{\frac{1}{8}}$
280			10 1 $\bar{8}$	3 3 1	$b^{\frac{1}{8}}\ d^1\ d^{\frac{8}{10}}$	$a^{\frac{1}{3}}$
281		24 $\bar{3}$ $\bar{20}$		17 27 1	$b^{\frac{1}{8}}\ d^1\ d^{\frac{5}{02}}$	$b^{\frac{1}{17}}\ b^{\frac{1}{27}}\ h$

…BOLI DI …NA	SIMBOLI DI NAUMANN — ROMBOEDRICO	SIMBOLI DI NAUMANN — ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
…cisottaedrici (*a*)			
$\frac{4}{3}2$	$\frac{14}{3}P2$	$\frac{14}{3}P2$	$a : \frac{1}{3} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{3} b' : a : \infty b : \frac{7}{3} c$
$-\frac{1}{2}^{13}$	$-\frac{1}{2}R^{13}$	$\frac{13P\frac{13}{7}}{2}$	$\frac{1}{6} a' : \frac{1}{19} b' : \frac{1}{13} a' : \frac{1}{20} b : \frac{1}{7} a' \cdot b' : \frac{1}{2} c$
$\frac{6}{7}^{\frac{13}{8}}$	$\frac{16}{7}R^{\frac{13}{8}}$	$\frac{\frac{26}{7}P\frac{26}{21}}{2}$	$\frac{1}{5} a : \frac{1}{31} b : \frac{1}{26} a : \frac{1}{47} b' : \frac{1}{21} a : \frac{1}{16} b : \frac{1}{7} c$
$\frac{5}{2}^{3}$	$\frac{5}{2}R^{3}$	$\frac{\frac{15}{2}P\frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : \frac{5}{2} c$
$\frac{1}{3}^{\frac{17}{3}}$	$\frac{1}{3}R^{\frac{17}{3}}$	$\frac{\frac{17}{21}P\frac{17}{10}}{2}$	$\frac{3}{7} a : \frac{1}{8} b : \frac{3}{17} a : \frac{1}{9} b' : \frac{3}{10} a : b : \frac{1}{3} c$
$\frac{4}{5}^{\frac{17}{2}}$	$-\frac{4}{5}R^{\frac{17}{2}}$	$-\frac{\frac{34}{5}P\frac{34}{19}}{2}$	$\frac{1}{15} a' : \frac{1}{49} b' : \frac{1}{34} a' : \frac{1}{53} b : \frac{1}{19} a' : \frac{1}{4} b' : \frac{1}{5} c$
$\frac{16}{7}^{2}$	$\frac{16}{7}R^{2}$	$\frac{\frac{32}{7}P\frac{4}{3}}{2}$	$a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{4} a : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} b : \frac{8}{7} c$
2^{3}	$2R^{3}$	$\frac{6P\frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4} b \cdot \frac{1}{3} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : 2c$
$-\frac{2}{9}^{2}$	$-\frac{2}{9}R^{2}$	$-\frac{\frac{4}{9}P\frac{4}{3}}{2}$	$a' : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{4} a' : \frac{1}{7} b : \frac{1}{3} a' : \frac{1}{2} b' : \frac{1}{9} c$
6_{2}	$6P2$	$6P2$	$a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{2} a : \frac{1}{5} b' : a : \infty b : 3c$
$0^{\frac{22}{5}}$	$10R^{\frac{22}{5}}$	$\frac{44P\frac{44}{27}}{2}$	$\frac{1}{17} a : \frac{1}{61} b : \frac{1}{44} a : \frac{1}{71} b' : \frac{1}{27} a : \frac{1}{10} b : c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEVY	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scalenoedri	
282		$16\ \bar{2}\ \bar{5}$		1 6 3	$b^{\frac{1}{8}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{5}}$	$b^{3}\ b^{\frac{1}{2}}\ h$
283			$15\ \bar{1}\ \bar{9}$	8 16 5	$b^{\frac{1}{15}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{9}}$	$b^{1}\ b^{\frac{1}{2}}\ h^{\frac{8}{5}}$
284		$22\ 19\ \bar{2}$		7 1 13	$b^{1}\ d^{\frac{2}{19}}\ d^{\frac{1}{11}}$	$b^{\frac{1}{7}}\ b^{1}\ h$
285		$13\ 1\ \bar{12}$		13 12 2	$b^{\frac{1}{12}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{13}}$	$b^{\frac{2}{13}}\ b^{\frac{1}{6}}\ h$
286		$16\ 1\ \bar{15}$		16 15 2	$b^{\frac{1}{15}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{16}}$	$b^{\frac{1}{8}}\ b^{\frac{2}{15}}\ h$
287			(*) $38\ 2\ \bar{31}$	11 12 3	$b^{\frac{2}{31}}\ d^{1}\ d^{\frac{1}{19}}$	$b^{\frac{3}{11}}\ b^{\frac{1}{4}}\ h$
					Scalenoedri (c) *Rapporto degli*	
288			$5\ 3\ \bar{2}$	5 2 6	$b^{1}\ d^{\frac{2}{3}}\ d^{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{2}{5}}\ b^{1}\ h^{\frac{1}{3}}$
289			$5\ 2\ \bar{3}$	5 3 4	$b^{\frac{2}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{5}}$	$b^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{3}}\ h$
290			(**) $6\ 4\ \bar{5}$	9 2 5	$b^{\frac{4}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{3}}$	$b^{\frac{1}{9}}\ b^{\frac{1}{2}}\ h$

(*) Osservai lo Scalenoedro 38 2 $\bar{31}$ nel cristallo di Andreasberg di cui
Romboedro 3 $\bar{1}$ $\bar{1}$ e del prisma esagono 2 $\bar{1}$ $\bar{1}$.

(**) Lo Scalenoedro 6 4 $\bar{5}$ venne osservato in un geminato di Calcare
5 5 $\bar{4}$, 5 5 $\bar{9}$, 2 1 $\bar{1}$, 1 6 10 $\bar{11}$, 6 4 5. 3 2 $\bar{4}$ e dei romboedri 1 1 0, 5 5 $\bar{4}$, 5 5

IMBOLI DI DANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
esacisottaedrici (*b*)			
$\frac{5}{3}^{\frac{7}{5}}$	$\frac{5}{3} R^{\frac{7}{5}}$	$\frac{\frac{7}{3} P \frac{7}{6}}{2}$	$a : \frac{1}{8} b : \frac{1}{7} a : \frac{1}{15} b' : \frac{1}{6} a : \frac{1}{5} b : \frac{1}{3} c$
$\frac{8}{5}^{3}$	$\frac{8}{5} R^{3}$	$\frac{\frac{24}{5} P \frac{3}{2}}{2}$	$a : \frac{1}{4} b : \frac{1}{5} a : \frac{1}{5} b' : \frac{1}{2} a : b : \frac{8}{5} c$
$-\frac{6}{13}^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{6}{13} R^{\frac{4}{3}}$	$-\frac{\frac{8}{13} P \frac{8}{7}}{2}$	$a' : \frac{1}{9} b' : \frac{1}{8} a' : \frac{1}{15} b : \frac{1}{7} a' : \frac{1}{6} b' : \frac{1}{13} c$
$-\frac{1}{2}^{25}$	$-\frac{1}{2} R^{25}$	$-\frac{\frac{25}{2} P \frac{25}{13}}{2}$	$\frac{1}{12} a' : \frac{1}{37} b' : \frac{1}{25} a' : \frac{1}{38} b : \frac{1}{13} a' : b' : \frac{1}{2} c$
$-\frac{1}{2}^{31}$	$-\frac{1}{2} R^{31}$	$-\frac{\frac{31}{2} P \frac{31}{16}}{2}$	$\frac{1}{15} a' : \frac{1}{46} b' : \frac{1}{31} a' : \frac{1}{47} b : \frac{1}{16} a' : b' : \frac{1}{2} c$
$\frac{1}{3}^{23}$	$\frac{1}{3} R^{23}$	$\frac{\frac{23}{3} P \frac{23}{12}}{2}$	$\frac{1}{11} a : \frac{1}{34} b : \frac{1}{23} a : \frac{1}{35} b' : \frac{1}{12} a : b : \frac{1}{3} c$
esacisottaedrici ***indici frazionario.***			
$-\frac{1}{2}^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{1}{2} R^{\frac{7}{3}}$	$-\frac{\frac{7}{6} P \frac{7}{5}}{2}$	$\frac{3}{2} a' : \frac{1}{3} b' : \frac{3}{7} a' : \frac{1}{4} b : \frac{3}{5} a' : b' : \frac{1}{2} c$
$-\frac{1}{2}^{4}$	$-\frac{1}{2} R^{4}$	$-\frac{2 P \frac{8}{5}}{2}$	$\frac{1}{3} a' : \frac{1}{11} b' : \frac{1}{8} a' : \frac{1}{13} b : \frac{1}{5} a' : \frac{1}{2} b' : \frac{1}{4} c$
$-\frac{7}{5}^{\frac{11}{7}}$	$-\frac{7}{5} R^{\frac{11}{7}}$	$-\frac{\frac{11}{5} P \frac{11}{9}}{2}$	$\frac{1}{2} a' : \frac{1}{13} b' : \frac{1}{11} a' : \frac{1}{20} b : \frac{1}{9} a' : \frac{1}{7} b' : \frac{1}{5} c$

iscorse nella nota (3) e cho si compone degli Scalenoedri 7 20 e 38 2 $\bar{31}$ de

raversella, di cui ciascun gemello si compone degli scalenoedri 2 0 $\bar{1}$, 1 1 0,

llo cristallo è descritto negli *Studi sulla mineralogia sarda.*

Nº	SIMBOLI DI WHEWEL				SIMBOLI DI LEV	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
						Scalenoedr
291		15 $\bar{6}$ $\bar{7}$		1 21 2	$b^{\frac{2}{3}}\ d^{1}\ d^{\frac{6}{7}}$	$b^{1}\ b^{\frac{1}{21}}$ [illegible]
292			13 $\bar{2}$ $\bar{7}$	5 15 4	$b^{\frac{2}{13}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{7}}$	$b^{1}\ b^{\frac{1}{3}}$ [illegible]
293		117 18 $\overline{74}$		92 99 61	$b^{\frac{9}{37}}\ d^{1}\ d^{\frac{2}{15}}$	$b^{\frac{1}{92}}\ b^{\frac{1}{99}}$ [illegible]
294			5 3 $\bar{4}$	7 2 4	$b^{\frac{3}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{5}}$	$b^{\frac{2}{7}}\ b^{1}\ b^{\frac{1}{3}}$
295		4 3 $\bar{5}$		8 1 2	$b^{\frac{3}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{4}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{2}\ b^{1}$
296		11 $\bar{3}$ $\bar{4}$		1 14 4	$b^{\frac{3}{11}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{4}}$	$b^{2}\ b^{\frac{1}{7}}$ [illegible]
297			8 3 $\bar{5}$	8 5 6	$b^{\frac{3}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{8}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{2}{5}}\ b^{\frac{1}{3}}$
298	7 3 $\bar{5}$		7 3 $\bar{5}$	8 4 5	$b^{\frac{3}{5}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{7}}$	$b^{\frac{1}{2}}\ b^{1}$ [illegible]
299	8 5 $\bar{3}$			8 3 10	$b^{1}\ d^{\frac{3}{5}}\ d^{\frac{3}{8}}$	$b^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{2}{3}}\ b^{\frac{1}{5}}$
300		51 $\overline{15}$ $\overline{25}$		10 66 11	$b^{\frac{3}{17}}\ d^{1}\ d^{\frac{3}{5}}$	$b^{\frac{11}{5}}\ b^{\frac{1}{3}}$ [illegible]
301		72 $\overline{27}$ $\overline{34}$		7 99 11	$b^{\frac{3}{8}}\ d^{1}\ d^{\frac{27}{54}}$	$b^{\frac{11}{7}}\ b^{\frac{1}{9}}\ b^{1}$

IBOLI DI ANA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
acisottaedrici (*c*)			
$10^{\frac{11}{10}}$	$10R^{\frac{11}{10}}$	$\frac{11P\frac{22}{21}}{2}$	$a : \frac{1}{23}b : \frac{1}{22}a : \frac{1}{43}b' : \frac{1}{21}a : \frac{1}{20}b : \frac{1}{2}c$
$\frac{5}{2}^{2}$	$\frac{5}{2}R^{2}$	$\frac{5P\frac{4}{3}}{2}$	$a : \frac{1}{5}b : \frac{1}{4}a : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}b : \frac{5}{4}c$
$\frac{7}{61}^{\frac{191}{7}}$	$\frac{7}{61}R^{\frac{191}{7}}$	$\frac{\frac{191}{91}P\frac{191}{99}}{2}$	$\frac{1}{92}a : \frac{1}{283}b : \frac{1}{191}a : \frac{1}{290}b' : \frac{1}{99}a : \frac{1}{7}b : \frac{1}{61}c$
$-\frac{5}{4}^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{5}{4}R^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{\frac{9}{4}P\frac{9}{7}}{2}$	$\frac{1}{2}a' : \frac{1}{11}b' : \frac{1}{9}a' : \frac{1}{16}b : \frac{1}{7}a' : \frac{1}{5}b' : \frac{1}{4}c$
$-\frac{7}{2}^{\frac{9}{7}}$	$-\frac{7}{2}R^{\frac{9}{7}}$	$-\frac{\frac{9}{2}P\frac{9}{8}}{2}$	$a' : \frac{1}{10}b' : \frac{1}{9}a' : \frac{1}{17}b : \frac{1}{8}a' : \frac{1}{7}b' : \frac{1}{2}c$
$\frac{13}{4}^{\frac{15}{13}}$	$\frac{13}{4}R^{\frac{15}{13}}$	$\frac{\frac{15}{4}P\frac{15}{14}}{2}$	$a : \frac{1}{16}b : \frac{1}{15}a : \frac{1}{29}b' : \frac{1}{14}a : \frac{1}{13}b : \frac{1}{4}c$
$-\frac{1}{2}^{\frac{13}{3}}$	$-\frac{1}{2}R^{\frac{13}{3}}$	$-\frac{\frac{13}{6}P\frac{13}{8}}{2}$	$\frac{3}{5}a' : \frac{1}{6}b' : \frac{3}{15}a' : \frac{1}{7}b : \frac{3}{8}a' : b' : \frac{1}{2}c$
$-\frac{4}{5}^{3}$	$\frac{4}{5}R^{3}$	$-\frac{\frac{12}{5}P\frac{3}{2}}{2}$	$a' : \frac{1}{4}b' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{5}b : \frac{1}{2}a' : b' : \frac{4}{5}c$
$-\frac{1}{2}^{\frac{11}{5}}$	$-\frac{1}{2}R^{\frac{11}{5}}$	$-\frac{\frac{11}{10}P\frac{11}{8}}{2}$	$\frac{1}{3}a' : \frac{1}{14}b' : \frac{1}{11}a' : \frac{1}{19}b : \frac{1}{8}a' : \frac{1}{5}b' \cdot \frac{1}{10}c$
$^{\frac{19}{14}}$	$\frac{56}{11}R^{\frac{19}{14}}$	$\frac{\frac{76}{11}P\frac{38}{33}}{2}$	$\frac{1}{5}a : \frac{1}{43}b : \frac{1}{58}a : \frac{1}{71}b' : \frac{1}{33}a : \frac{1}{28}b : \frac{2}{11}c$
$^{\frac{53}{46}}$	$\frac{92}{11}R^{\frac{53}{46}}$	$\frac{\frac{106}{11}P\frac{106}{99}}{2}$	$\frac{1}{7}a : \frac{1}{113}b : \frac{1}{106}a : \frac{1}{205}b' : \frac{1}{99}a : \frac{1}{92}b : \frac{1}{11}c$

N°	SIMBOLI DI WHEWELL — ROMBOEDRICO — Argento rosso	Quarzo	Calcare	ESAGONALE	SIMBOLI DI LEVY — ROMBOEDRICO	ESAGONALE
					Scalenoedr[illegible]	
302		15 12 $\overline{26}$		38 3 1	$b^{\frac{6}{13}} d^1 d^{\frac{4}{5}}$	$b^{\frac{1}{38}} b^{\frac{1}{3}}$ [illegible]
303		13 $\overline{5}$ $\overline{6}$		1 18 2	$b^{\frac{5}{13}} d^1 d^{\frac{5}{6}}$	b^2 [illegible]
304		36 30 $\overline{55}$		85 6 11	$b^{\frac{6}{11}} d^1 d^{\frac{5}{6}}$	$b^{\frac{1}{85}}$ [illegible]
305			9 5 $\overline{7}$	12 4 7	$b^{\frac{5}{7}} d^1 d^{\frac{5}{9}}$	$b^{\frac{1}{5}} b^1$ [illegible]
306			(*)16 10 $\overline{11}$	7 2 5	$b^{\frac{10}{11}} d^1 d^{\frac{5}{8}}$	$b^{\frac{1}{7}}$ [illegible]
307			17 10 $\overline{18}$	28 7 9	$b^{\frac{5}{9}} d^1 d^{\frac{10}{17}}$	$b^{\frac{1}{6}} b^1$ [illegible]
308		117 $\overline{45}$ $\overline{55}$		10 162 17	$b^{\frac{5}{13}} d^1 d^{\frac{9}{11}}$	$b^{\frac{1}{5}}$ [illegible]
309			39 5 $\overline{32}$	37 34 12	$b^{\frac{5}{32}} d^1 d^{\frac{5}{39}}$	[illegible]
310		43 $\overline{18}$ $\overline{21}$		3 61 4	$b^{\frac{18}{43}} d^1 d^{\frac{6}{7}}$	$b^{\frac{1}{5}}$ [illegible]
311		21 18 $\overline{38}$		56 3 1	$b^{\frac{9}{19}} d^1 d^{\frac{6}{7}}$	$b^{\frac{1}{56}}$ [illegible]

(*) Lo Scalenoedro 16 10 $\overline{11}$ venne osservato nel calcare di Traverse[illegible]

…MBOLI DI …ANA	SIMBOLI DI NAUMANN ROMBOEDRICO	ESAGONALE	SIMBOLI DI WEISS
…sacisottaedrici (c)			
$-35^{\frac{41}{35}}$	$-35R^{\frac{41}{35}}$	$-\frac{41P\frac{41}{38}}{2}$	$\frac{1}{3}a':\frac{1}{44}b':\frac{1}{41}a':\frac{1}{79}b:\frac{1}{38}a':\frac{1}{35}b'\cdot c$
$\frac{17}{2}^{\frac{19}{17}}$	$\frac{17}{2}R^{\frac{19}{17}}$	$\frac{\frac{19}{2}P\frac{19}{18}}{2}$	$a:\frac{1}{20}b:\frac{1}{19}a:\frac{1}{37}b':\frac{1}{18}a:\frac{1}{17}b:\frac{1}{2}c$
$-\frac{79}{11}^{\frac{91}{79}}$	$-\frac{79}{11}R^{\frac{91}{79}}$	$-\frac{\frac{91}{11}P\frac{91}{85}}{2}$	$\frac{1}{6}a':\frac{1}{97}b':\frac{1}{91}a':\frac{1}{176}b:\frac{1}{85}a':\frac{1}{79}b':\frac{1}{11}c$
$-\frac{8}{7}^{2}$	$-\frac{8}{7}R^{2}$	$-\frac{\frac{16}{7}P\frac{4}{3}}{2}$	$a':\frac{1}{5}b':\frac{1}{4}a':\frac{1}{7}b:\frac{1}{3}a':\frac{1}{2}b':\frac{4}{7}c$
$-1^{\frac{9}{5}}$	$-R^{\frac{9}{5}}$	$-\frac{\frac{9}{5}P\frac{9}{7}}{2}$	$\frac{1}{2}a':\frac{1}{11}b':\frac{1}{9}a':\frac{1}{16}b:\frac{1}{7}a':\frac{1}{5}b':\frac{1}{5}c$
$-\frac{7}{5}^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{7}{5}R^{\frac{5}{3}}$	$-\frac{\frac{35}{9}P\frac{5}{4}}{2}$	$3a':\frac{1}{2}b':\frac{3}{5}a':\frac{1}{3}b:\frac{3}{4}a':b':\frac{7}{3}c$
$\frac{152}{17}^{\frac{43}{38}}$	$\frac{152}{17}R^{\frac{43}{38}}$	$\frac{\frac{192}{17}P\frac{86}{81}}{2}$	$\frac{1}{5}a:\frac{1}{91}b:\frac{1}{86}a:\frac{1}{167}b':\frac{1}{81}a:\frac{1}{76}b:\frac{2}{17}c$
$-\frac{1}{4}^{\frac{71}{3}}$	$-\frac{1}{4}R^{\frac{71}{3}}$	$-\frac{\frac{71}{12}P\frac{71}{37}}{2}$	$\frac{3}{34}a':\frac{1}{35}b':\frac{3}{71}a':\frac{1}{36}b:\frac{3}{37}a':b':\frac{1}{4}c$
$\frac{29}{2}^{\frac{32}{29}}$	$\frac{29}{2}R^{\frac{32}{99}}$	$\frac{16P\frac{64}{61}}{2}$	$\frac{1}{3}a:\frac{1}{67}b:\frac{1}{64}a:\frac{1}{125}b':\frac{1}{61}a:\frac{1}{58}b:\frac{1}{4}c$
$-53^{\frac{59}{53}}$	$-53R^{\frac{59}{53}}$	$-\frac{59P\frac{59}{56}}{2}$	$\frac{1}{3}a':\frac{1}{62}b':\frac{1}{59}a':\frac{1}{115}b:\frac{1}{56}a':\frac{1}{53}b':c$

…si disse nella nota precedente.

Nº	SIMBOLI DI WHEWELL				SIMBOLI DI LEV…	
	ROMBOEDRICO			ESAGONALE	ROMBOEDRICO	ESAGONALE
	Argento rosso	Quarzo	Calcare			
					Scalenoedr…	
312	13 6 $\bar{11}$			17 7 8	$b^{\frac{6}{11}}\ d^1\ d^{\frac{6}{13}}$	$b^{\frac{1}{17}}\ b^{\frac{1}{7}}$ …
313		170 119 $\bar{70}$		63 47 73	$b^1\ d^{\frac{10}{17}}\ d^{\frac{7}{17}}$	$b^{\frac{1}{63}}\ b^{\frac{1}{[illegible]}}$ …
314			23 $\bar{9}$ $\bar{11}$	2 32 3	$b^{\frac{9}{23}}\ d^1\ d^{\frac{9}{11}}$	$b^1\ b^{\frac{1}{16}}$ …
315		51 45 $\bar{80}$		125 6 16	$b^{\frac{9}{16}}\ d^1\ d^{\frac{15}{17}}$	$b^{\frac{2}{125}}\ b^{\frac{1}{3}}$ …
316		27 22 $\bar{48}$		70 5 1	$b^{\frac{9}{16}}\ d^{\frac{27}{22}}\ d^1$	$b^{\frac{1}{14}}\ b^1$ …
317			61 54 $\bar{114}$	168 7 1	$b^{\frac{9}{19}}\ d^1\ d^{\frac{54}{61}}$	$b^{\frac{1}{24}}\ b^1$ …
318		33 30 $\bar{62}$		92 3 1	$b^{\frac{15}{31}}\ d^1\ d^{\frac{10}{41}}$	$b^{\frac{1}{92}}\ b^{\frac{1}{3}}$ …
319			13 11 $\bar{12}$	23 2 12	$b^{\frac{11}{12}}\ d^1\ d^{\frac{11}{13}}$	$b^{\frac{2}{23}}\ b^1$ …
320	17 16 $\bar{25}$			41 1 8	$b^{\frac{16}{25}}\ d^1\ d^{\frac{16}{17}}$	$b^{\frac{1}{41}}\ b^1$ …
321			37 27 $\bar{28}$	55 10 36	$b^{\frac{27}{28}}\ d^1\ d^{\frac{27}{37}}$	$b^{\frac{2}{11}}\ b^1$ …
322			171 157 $\bar{319}$	476 14 9	$b^{\frac{157}{319}}\ d^1\ d^{\frac{157}{171}}$	$b^{\frac{1}{34}}\ b^1$ …

…BOLI DI …NA	SIMBOLI DI NAUMANN		SIMBOLI DI WEISS
	ROMBOEDRICO	ESAGONALE	
…icisottaedrici (*c*)			
$\frac{5}{4}^{\frac{12}{5}}$	$-\frac{5}{4}R^{\frac{12}{5}}$	$-\frac{3P\frac{24}{17}}{2}$	$\frac{1}{7}a':\frac{1}{31}b':\frac{1}{24}a':\frac{1}{41}b:\frac{1}{17}a':\frac{1}{10}b':\frac{1}{8}c$
$\frac{46}{73}^{\frac{40}{23}}$	$-\frac{46}{73}R^{\frac{40}{23}}$	$-\frac{\frac{80}{73}P\frac{80}{63}}{2}$	$\frac{1}{17}a':\frac{1}{97}b':\frac{1}{80}a':\frac{1}{143}b:\frac{1}{63}a':\frac{1}{46}b':\frac{1}{73}c$
$0^{\frac{17}{15}}$	$10R^{\frac{17}{15}}$	$\frac{\frac{34}{3}P\frac{17}{16}}{2}$	$a:\frac{1}{18}b:\frac{1}{17}a:\frac{1}{33}b':\frac{1}{16}a:\frac{1}{15}b:\frac{2}{3}c$
$\frac{19}{16}^{\frac{131}{119}}$	$-\frac{119}{16}R^{\frac{131}{119}}$	$-\frac{\frac{131}{16}P\frac{131}{125}}{2}$	$\frac{1}{6}a':\frac{1}{137}b':\frac{1}{131}a':\frac{1}{256}b:\frac{1}{125}a':\frac{1}{119}b':\frac{1}{16}c$
$65^{\frac{15}{13}}$	$-65R^{\frac{15}{13}}$	$-\frac{75P\frac{15}{14}}{2}$	$a':\frac{1}{16}b':\frac{1}{15}a':\frac{1}{29}b:\frac{1}{14}a':\frac{1}{13}b':5c$
$61^{\frac{25}{23}}$	$-161R^{\frac{25}{23}}$	$-\frac{175P\frac{25}{24}}{2}$	$a':\frac{1}{26}b':\frac{1}{25}a':\frac{1}{49}b:\frac{1}{24}a':\frac{1}{23}b':7c$
$89^{\frac{95}{89}}$	$-89R^{\frac{95}{89}}$	$-\frac{95P\frac{95}{92}}{2}$	$\frac{1}{3}a':\frac{1}{98}b':\frac{1}{95}a':\frac{1}{187}b:\frac{1}{92}a':\frac{1}{89}b':c$
$^{\frac{25}{21}}$	$-\frac{7}{4}R^{\frac{25}{21}}$	$-\frac{\frac{25}{12}P\frac{25}{21}}{2}$	$\frac{3}{2}a':\frac{1}{9}b':\frac{3}{25}a':\frac{1}{16}b:\frac{3}{23}a':\frac{1}{7}b':\frac{1}{4}c$
$5^{\frac{21}{20}}$	$-5R^{\frac{21}{20}}$	$-\frac{\frac{21}{4}P\frac{42}{41}}{2}$	$a':\frac{1}{43}b':\frac{1}{42}a':\frac{1}{83}b:\frac{1}{41}a':\frac{1}{40}b':\frac{1}{8}c$
$\frac{5}{4}^{\frac{13}{9}}$	$-\frac{5}{4}R^{\frac{13}{9}}$	$-\frac{\frac{65}{36}P\frac{13}{11}}{2}$	$\frac{3}{5}a':\frac{1}{5}b':\frac{5}{15}a':\frac{1}{8}b:\frac{3}{11}a':\frac{1}{5}b':\frac{5}{12}c$
$\frac{54}{3}^{\frac{35}{33}}$	$-\frac{154}{3}R^{\frac{35}{33}}$	$-\frac{\frac{490}{9}P\frac{35}{34}}{2}$	$3a':\frac{1}{12}b':\frac{3}{35}a':\frac{1}{23}b:\frac{3}{34}a':\frac{1}{11}b':\frac{14}{3}c$

N°	ASSI DI GEMINAZIONE ROMBOEDRICO			FACCIE D		
	Argento rosso	Quarzo	Calcare	WHEWELL Romboedrico	WHEWELL Esagonale	LEVY
1	[111]	[111]	[111]	111	001	a^1
2	[$\bar{1}$11]			211	011	a^2
3		[001] (1)	[001]	110	102	b^1
4			[$\bar{1}$22] (4)	411	012	a^4
5	[011]	[011] (2)	[011]	100	011	P
6			[112]	11$\bar{1}$	201	e^1
7		[102] (3)				
8		Normale a 25$\bar{1}$		52$\bar{1}$	112	b^1 $d^{\frac{1}{2}}$ d

(1) Descrissi negli *Studi sulla Mineralogia sarda* un elegantissimo gemi [0 0 1], ma di cui potrebbe anche essere asse [$\bar{1}$ 2 2] essendo difficile il disting

(2) G. Rose descrisse geminati quadrupli di Reichenstein, di cui farebbe fa essere faccia di geminazione quella di un romboedro ad angolo di 60° esempi di geminazioni, in cui il piano di riunione di gemelli non è faccia possi

(3) Ho rinvenuto a Traversella tre geminati di Quarzo, di cui è asse [1 0 *neralogia sarda*, prima che il Descloizeaux pubblicasse lo stesso fatto nell di Torino inserto nella *Gazzetta Piemontese* del 12 luglio 1855, mentre il la

(4) Ho trovoto un geminato di Calcare di Traversella nella raccolta dell'Insti nei sovra indicati *Studi* ecc. Ciascun gemello si compone dello Scalenoedro 5

GEMINAZIONE EQUIVALENTI

DANA	NAUMANN Rom-boedrico	NAUMANN Esago-nale	WEISS
o	oR	oP	$\infty a : \infty b : \infty a : \infty b' : \infty a : \infty b : c$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$R	$\frac{\frac{1}{4}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{1}{4} c$
$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}$R	$-\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2} b : a' : b' : \frac{1}{2} c$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$R	$\frac{\frac{1}{2}P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : \frac{1}{2} c$
R	R	$\frac{P}{2}$	$\infty a : b : a : \frac{1}{2} b' : a : b : c$
-2	-2R	$-\frac{2P}{2}$	$\infty a' : b' : a' : \frac{1}{2} b : a' : b' : 2c$
12	P2	P2	$2a : \frac{2}{3} b : a : \frac{2}{3} b' : 2a : \infty b : c$

Quarzo di località incerta, che rinvenni nel R° Museo di Torino di cui è asse
ra l'esemplare le faccie 1 0 0 dalle faccie 2 2 $\bar{1}$.
geminazione 1 0 0 (Pogg. Ann. 83, 461.) Ma Hessenberg crede che ne debba
$= 19\bar{4}\ 4$. (V. Jahresbericht, V. Liebig und Kopp 1854.) Però si hanno tanti
e mi pare si possa ammettere 1 0 0 per faccia di geminazione.
di cui non è faccia di geminazione 2 5 $\bar{1}$. Li descrissi negli *Studi sulla Mi*-
moria, come ne fa fede il rendiconto della seduta dell'Accademia delle scienze
Descloizeaux non venne alla luce che sul finire dello stesso anno.
tnico di Torino, di cui è asse di geminazione [$\bar{1}$ 2 2], che lungamente descrissi

Non è nostro intento lo svolgere qui le considerazioni a cui apre l'animo il paragone delle forme cristalline del calcare, del quarzo e dell'argento rosso, solo riassumiamo alcuni fatti principali che ne emergono.

I. Esaminando i simboli delle varie faccie si trova che parecchie di esse sono di una grande complicazione. Se a ciò si aggiunge che soventi tali simboli non esprimono la posizione delle faccie state osservate, che con una approssimazione spesso inferiore ai dieci ed anche ai venti e trenta minuti si è forzato a conchiudere, che *la legge di Hauy non è che approssimata*, ed è ben lungi dal rappresentare fedelmente quanto la natura ci presenta.

Quando si cerca il rapporto degl' indici del simbolo di una forma, che si è osservata, il calcolo conduce ad un rapporto che non è *mai* semplice. Riducendo tale rapporto in frazione continua si prende un tal numero di termini della medesima da avere una frazione finita, la quale si avvicini sufficientemente al rapporto dato dalla osservazione. Se il divario fra la forma osservata e quella che si calcola, assumendo per rapporto degli indici tal frazione finita, non eccede il terzo, e talora la metà del grado, si ammette che il simbolo trovato esprime veramente le porzione della faccia. Quando i simboli delle faccie sono semplici si può ritenere, che gli errori di osservazione od alcune perturbazioni nell'atto della cristallizzazione stessa diano origine ai divarii che si hanno tra le forme calcolate e le osservate. Ma quando per esprimere la posizione delle faccie si deve ricorrere a simboli complicati, che tuttavia sono ben lungi dall'esprimere *esattamente* la vera loro positura, forza è pur riconoscere che non v'ha allora ragione per asserire, che il rapporto degl'indici debba essere razionale.

II. È già stato osservato da parecchi, che le faccie i cui simboli sono complicati non cessano per lo più di appartenere a qualche zona assai semplice. Ed infatti delle forme descritte nel precedente Quadro se ne trovano li $\frac{29}{100}$ nella zona [011], $\frac{14}{100}$ nella zona [001] e $\frac{22}{100}$ nella zona [012]. Le rimanenti forme sono comprese in zone di cui parecchie egualmente semplici ed importanti come sarebbero sovratutto [111], [011], [021], [213], ecc.

Se ora si studia anche la natura fisica delle faccie comprese in tali zone si rilevano i seguenti fatti.

(*a*) Ogni faccia, che fa parte di due delle sovradette zone, è in-

comparabilmente più nitida di ogni faccia, la quale non appartenga che ad una delle zone medesime.

(*b*) Le faccie contenute solo in una di dette zone sono spesso striate od incurvate parallelamente all'asse della zona per cui passano.

(*c*) Ove la cristallizzazione non sia perfetta, ma pur tuttavia distinta, cioè ove le faccie siano solo alquanto imperfette o rotondate, le loro strie, aventi la direzione della zona in cui sono comprese, sono rette perfette.

Ora ammettendo la legge di Hauy, le forze che si sviluppano nell'atto della cristallizzazione determinano sempre le molecole ad aggrupparsi in modo che sono terminate da piani paralleli a due rette, le quali sono zone o spigoli possibili nel sistema cristallino della sostanza a cui si riferiscono. Cangiando le circostanze in cui si fa la cristallizzazione, cangiano anche le zone a cui la faccia è parallela. Ma dai fatti che si osservano risulta che le faccie di simbolo alquanto complicato, od appartenenti ai cristalli non molto perfetti, sono assai più esattamente parallele ad una zona capitale,. che non ad una seconda zona meno importante, in cui la faccia è anche compresa. Dunque noi possiamo dire che nella cristallizzazione si sviluppano poche *forze di ordine superiore*, le quali determinano le faccie dei cristalli ad essere parallele a zone capitali, e *rimangono inalterate anche malgrado piccole variazioni delle circostanze di cristallizzazione*. Si sviluppano inoltre altre *forze* di un ordine inferiore, le quali determinano le faccie ad essere parallele a zone meno importanti, *che variano col variare delle più piccole circostanze di cristallizzazione*. Indi s' intende come vi possano essere 1° dei *cristalli di una perfezione di ordine superiore*, quelli in cui le circostanze di cristallizzazione non hanno punto variato. 2° dei *cristalli di una perfezione di ordine inferiore*, di cui ogni faccia si conserva parallela ad una zona capitale, ma striata e rotondata trasversalmente alla medesima. Questi cristalli potrebbersi dire *semicristalli*, perchè le loro faccie sono parallele solo ad una delle zone semplici del cristallo, invece di essere parallele a due come vorrebbe la legge di Hauy. 3° degli *aggregati cristallini* in cui variano tanto rapidamente le circostanze di cristallizzazione, che non rimane più costante niuna delle forze, che determinano i cristalli ad essere terminati da faccie comprese in una od in altra zona.

III. Paragonando il numero di faccie delle tre sostanze a cui il nostro quadro si riferisce, le quali si trovano comprese nella stessa zona, si osserva immediatamente:

(*a*) Che la zona $[01\bar{1}]$ è di capitale importanza pel quarzo e pel calcare, ma di molto minore per l'argento rosso. E del resto sa ognuno come le strie parallele a tal zona costituiscano uno dei caratteri empirici i più caratteristici del quarzo.

(*b*) La zona $[001]$ è di grande importanza pel calcare e per l'argento rosso, e di pochissima invece pel quarzo. I cristalli di calcare e di argento rosso sono spessissimo formati essenzialmente da faccie appartenenti a tale zona, le quali sono pressochè sempre striate parallelamente alla zona medesima.

(*c*) La zona $[012]$, tanto sviluppata nel quarzo e nell' argento rosso, e tanto caratteristica del loro sistema cristallino, non ha quasi significato pel calcare.

(*d*) Le faccie del prisma esagono $2\bar{1}\bar{1}$, che danno quasi sempre carattere speciale ai cristalli di quarzo, sono frequenti nel calcare, ma piuttosto rare nell'argento rosso. Invece il prisma esagono $\bar{1}01$ frequentissimo nell'argento rosso è raro nel calcare, rarissimo nel quarzo. I romboedri 100 e $2\bar{1}\bar{1}$ si mostrano pressochè sempre nel quarzo, sono entrambi rarissimi nel calcare, mentre 100 è frequente nell'argento rosso.

SULL'ELETTRICITÀ ANIMALE;

LEZIONE DI C. MATTEUCCI.

L'oggetto di questa lezione è lo studio dei fenomeni propriamente detti *d'elettricità animale*, intendendo con questa denominazione quei fenomeni che hanno tutti i caratteri dell'elettricità, come si ottiene o dalla pila o per confricazione o da tutte le altre sorgenti conosciute, e che solamente si distinguono, perchè hanno origine in certi tessuti animali nello stato di vita.

Grandi difficoltà si presentano per conseguire lo scopo di questa lezione, che dovrebbe esser l'esposizione ordinata dei fenomeni veramente appurati d'elettricità animale, e non possiamo lusingarci di riescire che molto imperfettamente a quel fine. Piuttosto che diffonderci nella descrizione di tutti o della maggior parte dei fatti d'elettricità animale, porremo ogni cura nello scegliere e ben stabilire fra essi que' pochi che soddisfano incontestabilmente alla definizione sopra detta e che hanno un certo carattere di generalità. Dovremo perciò occuparci quasi esclusivamente dell'elettricità propria del tessuto muscolare, perchè è la meglio dimostrata e conosciuta.

Tutte le ricerche moderne d' elettricità animale, alle quali si deve il grande perfezionamento di questa parte della fisica, muovono da due esperienze che erano rimaste per lungo tempo senza ulteriori sviluppamenti, e poichè l'ordine che ci siamo proposti in questa lezione non ne soffre danno, volentieri cominceremo dalla loro descrizione.

La prima di queste esperienze fu tentata da Galvani verso il 1780, e più alacramente studiata da Galvani stesso in diverse memorie, e poscia da Humboldt nel suo libro sul galvanismo.

Questa esperienza dimostra che una rana preparata entra in contrazione allorchè la parte tendinosa dei gastrocnemi ed i suoi nervi lombari sono messi in comunicazione fra loro per mezzo d'un arco conduttore dell'elettricità. Come si è fatto dai primi fisici che hanno studiata la funzione elettrica dei pesci, Galvani e Humboldt hanno dimostrato che quelle contrazioni procedevano

dal passaggio dell'elettricità nei nervi della rana, e perciò si sono assicurati che, mentre le contrazioni mancano se la communicazione fra i nervi e la superficie tendinosa dei gastrocnemi si fa con un arco di natura isolante o con uno strato interposto, anche sottilissimo di vetro, di mica, di *gutta-percha* ecc, queste contrazioni si ottengono invece se l'arco interposto è un filo metallico, una carta bagnata, un pezzo di muscolo o meglio anche se quelle parti sono messe in contatto immediato fra loro.

Sarebbe senza importanza il trattenerci oggi sulla discussione animata che ai tempi di Galvani s'accese fra lui, che sosteneva esser questo un fatto d'elettricità animale, e Volta che non negava il fatto ma lo attribuiva ora al potere elettro-motore dell'arco, ora al potere elettro-motore del tendine o del muscolo e del nervo, considerati come i due corpi eterogeni della sua coppia. Poichè l'esperienza di Galvani riesce con sicurezza usando un arco conduttore omogeneo, ed anzi si ottiene più sicuramente e distintamente allorchè la gamba e i nervi si mettono in contatto immediato, rimane senz'altro esclusa ogni intervenzione d'eterogeneità dell'arco interposto; e se, seguendo la teoria della forza elettro-motrice, si vuol ricorrere onde spiegare quell'esperienza all'eterogeneità dei due tessuti animali, ciò che importa per la tesi di Galvani è di dimostrare, come si è fatto, che l'esperienza riesce solamente allorchè quei tessuti sono allo stato di vita. Infatti sia che si ripeta l'esperienza di Galvani sopra rane qualche ora dopo che furono preparate, sia che si operi ugualmente sopra gambe di coniglio o di piccione in cui furono prontamente scoperti i muscoli e tirato fuori e tagliato un pezzo di nervo, sciatico onde poi poterlo ripiegare sui muscoli della gamba, in tutti questi casi, che si possono variare e si sono variati in mille modi, si trova sempre che le contrazioni muscolari svegliate in quel contatto non durano che un certo tempo dopo la preparazione. Si vede anzi cessare il fenomeno dopo pochi minuti colle gambe di piccione o di coniglio, e più lungamente persistere coi muscoli delle rane. Siccome il nervo è necessario in questa esperienza, perchè irritato dal passaggio dell'elettricità manifesti questo passaggio colla contrazione del muscolo, si poteva supporre che il cessare delle contrazioni nelle esperienze di Galvani, fosse l'effetto della diminuzione dell'irritabilità del nervo e non della qualità attribuitagli da Volta di elettro-motore.

È facile provare che la mancanza delle contrazioni, proviene da questa doppia cagione. Si prende perciò una ***rana galvanoscopica***, cioè una gamba di rana a cui è unito un lungo filamento nervoso, sostenuta con un tubo di vetro e quindi col nervo penzolone onde isolarla dalla mano dello sperimentatore; si fà allora in modo di riunire il nervo e il tendine del gastrocnemio di una rana, preparata nel modo solito, con un picciol tratto del filamento nervoso della rana galvanoscopica, toccando il tendine colla parte del filamento più prossima alla gamba e quindi il nervo colla parte superiore di quel filamento. Si osservano allora le contrazioni nell'una e nell'altra rana e continuando nell'esperienza le contrazioni cessano nello stesso tempo o circa nello stesso tempo nei due animali. Si può allora rinnovare la rana galvanoscopica senza che perciò si rinnovino le sue contrazioni ripetendo l'esperienza.

Il più spesso avviene che le contrazioni della rana galvanoscopica durano più lungamente di quelle della rana elettro-motrice; lo che dipende dalla proprietà dei nervi d'avere dopo la morte l'irritabilità estinta prima nelle parti più prossime ai centri nervosi, mentre si conserva più lungamente verso le ramificazioni: siccome il nervo della rana galvanoscopica è usato in quest'esperienza nella parte ancora più sensibile di quella percorsa dall'elettricità nell'altra rana, ne viene che quest'ultima cessa prima dell'altra di contrarsi.

Evidentemente il filamento nervoso della rana galvanoscopica non può intervenire nell'esperienza descritta che come un conduttore dell'elettricità e come uno speciale elettroscopio: l'esperienza di Galvani, come l'abbiamo veduta e modificata, ci dimostra dunque l'esistenza di un fenomeno d'elettricità animale.

Dopo i progressi fatti in questo secolo dalla scienza dell'elettricità non poteva rimanere l' esperienza di Galvani senza una importante conferma, la quale infatti fu trovata da un altro fisico italiano che fu Nobili di Reggio. Questo fisico ingegnoso, dopo avere perfezionato il galvanometro coll' invenzione del sistema astatico, pubblicò nel 1827, cioè quasi cinquant' anni dopo la scoperta di Galvani, una memoria ***sul confronto dei due galvanometri i più sensibili, la rana e il moltiplicatore a due aghi***, nella quale è descritta la prima esperienza d' elettricità animale

che sia stata tentata col galvanometro. Nobili unisce ad ognuno dei capi del filo del galvanometro, costruito con molti giri, una lastrina di platino che immerge nell'acqua di pozzo o in una soluzione diluita di sal marino contenuta in una cassula. Comincia egli dal congiungere i due liquidi con un arco conduttore che può essere un grosso cordone di filo inzuppato dell' istesso liquido della cassula. Così facendo per poco che il galvanometro sia sensibile vi sarà probabilmente una deviazione dell'ago, di cui sarebbe impossibile prevedere la grandezza e la durata. Le correnti ottenute dalle lamine di platino si possono in gran parte evitare immergendo le lamine prima in una soluzione di potassa, poi in una di acido solforico, e indi scaldandole e lavandole più volte coll'acqua pura. Conviene anche, per mezzo di uno strato di cera lacca disteso sopra la lamina riscaldata, limitare la superficie metallica che deve rimanere costantemente in contatto del liquido. Usando queste precauzioni la corrente delle lastre di platino diviene piccola e, tenendo chiuso il circuito, cessa presto. Allorchè l'ago è allo zero si toglie il cordone umido e gli si sostuisce una rana recentemente preparata al modo solito, sicchè le zampe peschino in una cassula e il pezzo di spina in un' altra. In quel momento la rana si contrae e l' ago del galvanometro comincia a muoversi e, secondo la sensibilità dell' istrumento e il vigore della rana, la deviazione può salire sino a 30° o 40° e più. È questa la deviazione che si ha con un galvanometro simile a quello usato da Du Bois Reymond, nel quale il filo fa 24000 giri; con un galvanometro di soli 2000 o 3000 giri la deviazione non è che di 15° o 20°, e mettendo acqua di pozzo in vece della soluzione salina. la deviazione si riduce a 8° o 10°. Dopo il primo impulso l'ago discende, oscilla e si ferma deviato di 1° o 2° nel senso della prima deviazione.

Con questa esperienza Nobili dimostrò che la causa della contrazione scoperta da Galvani nel riunire con un arco conduttore omogeneo il tendine della gamba e i nervi lombari di una rana recentemente preparata è realmente una corrente elettrica, la quale si stabilisce in quel circuito ed è diretta costantemente dall' estremità che tocca i nervi a quella che tocca la superficie tendinosa nell'arco esterno. Nobili mostrò pure che formando una specie di pila con diverse rane egualmente preparate, mettendo

le gambe dell'una in contatto del pezzo di spina della rana successiva, la deviazione dell'ago cresceva col numero delle rane così disposte.

Si può facilmente provare che l'indebolimento della corrente elettrica della rana a circuito chiuso dipende dalle così dette *polarità secondarie* che si sviluppano sopra le lastre di platino: infatti, tolta la rana e rimesso il cordone bagnato, si ottiene una deviazione in senso contrario a quella ottenuta colla rana, la quale può anche superare quest'ultima se il cordone è molto più conduttore della rana. Lasciato di nuovo tornare l'ago allo zero e indi rimessa la rana si ottiene di nuovo una indicazione poco minore della prima. È oggi ben conosciuto che queste polarità secondarie dipendono dalla forza elettro-mottrice dei prodotti dell'elettrolizzazione raccolti sulle lastre di platino, e che agiscono sul liquido interposto; in fatti delle lamine polarizzate e asciugate prontamente o nel vuoto o col calore, non danno più che una corrente secondaria debolissima, e se sono immerse nel mercurio l'effetto è nullo, mentre si produce immergendole nell'acqua.

Onde impedire lo sviluppo delle polarità secondarie e quindi l'indebolimento rapido della corrente della rana si adoperano, invece di lamine di platino, lamine di zinco puro o amalgamato, e invece della soluzione di sal marino una soluzione di solfato di zinco pura e neutra, e presa al suo *massimo* di conducibilità: non è necessario di trattenerci a spiegare come questo cambiamento riesca ad impedire la produzione delle polarità secondarie. Un giovane fisico francese il signor J. Regnauld è stato il primo a pubblicare la descrizione di questo metodo e ad usare per elettrodi lamine di zinco distillato, onde togliere gli effetti delle polarità secondarie: già da lungo tempo avevamo adottato l'uso di lamine di zinco amalgamato e d'una soluzione salina neutra di zinco o anche d'altro metallo. L'effetto di questa sostituzione è notevole: infatti un solo gastrocnemio di rana fa deviare l'ago del galvanometro di tutto il quadrante e l'ago si fissa deviato di 70° a 80°. Per dispensarci dall'obbligo di ripetere e fare in seguito la descrizione dei metodi sperimentali che devono seguirsi in tutte le ricerche d'elettricità animale, e onde non rimanga alcun dubbio sulla vera natura di questi fenomeni, diremo ora di questi metodi. È essenziale di avere le lastre di platino, che sono unite ai capi del galvanometro, perfettamente omogenee

prima di chiudere il circuito in cui la rana è inserita, e di ciò bisogna accertarsi ogni volta dopo fatta l'esperienza. A questo fine si tengono costantemente le due lamine immerse insieme nello stesso liquido contenuto nelle due cassule in cui vanno a pescare le estremità della rana preparata. Riesce perciò molto commodo, come lo ha fatto specialmente Du Bois Reymond, di avere due bicchierini in ognuno dei quali è fissata la lamina di platino, e di aver poi due cordoni o di carta o di flanella che pescano nel liquido ed escono fuori dal bicchierino ripiegandosi orizzontalmente per un piccolo tratto. Volendo chiudere il circuito delle sole lamine basterà di accostare i bicchierini tanto che si tocchino i due cordoni i quali restano sempre inzuppati. Quando l'ago è allo zero si allontanano i bicchierini, e s' introduce la rana preparata e distesa sopra una lamina di *gutta-percha* in modo che le sue estremità tocchino i cordoni. Finita l'esperienza si toglie la rana e si mette il cordone in sua vece, fin tanto che sieno cessate le polarità secondarie. Siccome le lamine di platino non toccano le estremità della rana, la corrente elettrica non può essere attribuita a una forza elettro-motrice che si svegli fra quelle estremità e le lamine.

Si poteva sospettare che la causa della corrente stesse in un'azione sconosciuta fra il liquido dei cordoni e le parti animali.

Per distruggere interamente questo dubbio ci limiteremo ad osservare: 1° che le correnti s' indeboliscono e cessano affatto operando sopra le rane uccise da 15 o 20 ore, o sopra i muscoli di uccelli e di mammiferi presi poco tempo dopo la morte; 2° che le correnti hanno costantemente la stessa direzione e poco differiscono d' intensità, mettendo nei bicchierini estremi ora acqua distillata, ora acqua di pozzo, ora una soluzione salina o acida o alcalina diluita; 3° che quelle correnti crescono col numero degli elementi animali disposti a pila, lo che non crea alcuna differenza nelle azioni supposte fra le estremità animali e il liquido dei cordoni.

Non per completare questa dimostrazione, che è già chiaramente data, ma per non lasciar ignorare un metodo comodo onde ripetere, se non tutte, molte e le principali esperienze d'elettricità animale con sicurezza, aggiungeremo che si può metter da parte il galvanometro, e usare invece i nervi di una rana recentemente preparata. È oggi infatti provato da ricerche discretamente esatte,

che il nervo di una rana può indicare colla contrazione sviluppata nel suo muscolo il passaggio di una quantità estremamente piccola d'elettricità, il quale non dura che un istante di tempo inaprezzabile; mentre un galvanometro anche sensibilissimo non dà indizio di questo passaggio. È nel caso solo di una corrente debolissima, ma continua, che il galvanometro non è inferiore di sensibilità alla rana galvanoscopica. Si comincia dal preparare la rana al modo solito, poi le si tagliono le ossa e i muscoli che sono sotto ai nervi spinali e indi si divide la rana tagliando l'unione delle due ossa delle coscie: in questo modo si hanno due mezze rane unite solamente alla spina per mezzo dei filamenti nervosi. Questa rana si distende sopra un piano isolante e si fa in modo che ognuna delle sue zampe peschi nell' acqua di due cavità praticate in una tavola. Allora si riuniscono le due cavità con un cordone ben inzuppato nell'acqua e si assicura così che non vi è in questo circuito nessuna corrente: è inutile di dire che si ottengono subito le contrazioni toccando con quel cordone l'estremità di una sola delle mezze rane e i suoi nervi, o quelli dell' altra mezza rana. Si tolga il cordone e in vece si sostituisca una pila di 3 o 4 rane e si vedranno subito le contrazioni, le quali secondo una legge elettro-fisiologica conosciuta saranno più vive e persistenti in quella mezza rana di cui la zampa tocca le gambe della rana della pila e che ha per conseguenza il suo filamento nervoso percorso dalla corrente diretta nel senso della ramificazione; alla rana così preparata si può anche utilmente sostituire il solo nervo di una rana galvanoscopica.

Mi resta a dire di un modo molto utile nelle ricerche d'elettricità animale onde scoprire le differenze delle forze elettro-motrici che possano esistere ne' diversi preparati, indipendentemente dalle differenze di conducibilità e da tutte le circostanze estranee a quella che si vuol sottoporre all' esame. Questo metodo conosciuto e praticato da lungo tempo in tutte le ricerche d'elettricità, consiste nell' opporre i due elementi elettro-motori e nel chiudere il circuito col filo di un galvanometro: la corrente differenziale che circola indica qual è l' elemento elettro-motore prevalente, e si possono anche misurare le forze elettro-motrici, come lo ha fatto Regnauld, prendendo un elemento elettro-motore per unità. Supponiamo di volerci assicurare dell' indebolimento

della forza elettro-motrice della rana preparata dopo la morte. Si prende una di queste rane preparate da 2 o 3 ore, e prontamente se ne prepara un'altra che è per conseguenza molto più vivace della prima. Si mettono le due rane insieme, ma non più facendo toccare i nervi dell'una colle gambe dell' altra, come se si volesse fare una pila, ma invece toccando assieme nervi e nervi e lasciando le gambe libere, o viceversa. Allora chiudendo il circuito di queste due rane colle lastre del galvanometro si ottiene una deviazione dell'ago, la quale indica la prevalenza del potere elettro-motore della rana fresca. Per misurare la differenza, si determina per ognuna di quelle rane il numero *delle unità elettro-motrici* che le fanno equilibrio. L'unità scelta da Regnauld è una copia termo-elettrica, bismuto e rame, di cui le unioni sono mantenute a una differenza di temperatura di 0 a + 100°.

Accertati come ora siamo dell'esistenza di alcuni fatti d' elettricità animale, che abbiamo riconosciuti sin qui nella sola rana preparata alla maniera di Galvani, e dopo avere appresi i metodi sperimentali che si devono seguire in tali ricerche, è tempo di esporvi, con quanto più ci sarà concesso di ordine e di rigore scientifico, le molte e svariate cognizioni che oggi possediamo sopra questo soggetto. A tal fine crediamo utile di distinguere tutti i fatti dell' elettricità dei muscoli in due categorie, cioè: 1° corrente elettrica dei muscoli interi e come sono in natura; 2° corrente elettrica dei muscoli aventi le loro fibre tagliate.

La prima categoria di questi fatti comprende le esperienze di Galvani e di Nobili: ma sin d'ora possiamo dire che quell'esperienze si limitavano ad un fatto d'elettricità animale erroneamente interpretato e di più creduto eccezionale e proprio della sola rana; mentre oggi sappiamo con sicurezza in quali condizioni quel fatto si osserva, e che è comune ai muscoli di tutti gli animali. Non vi è animale che più convenientemente della rana si presti allo studio della corrente elettrica dei muscoli interi. Supponiamo di avere i soliti due bicchierini già descritti in cui pescano le lamine di platino o le estremità di un galvanometro molto delicato, e supponiamo anche di esserci assicurati della perfetta omogeneità delle lastre. Prendiamo una rana intera viva e colla pelle, e chiudiamo il circuito toccando i due stoppini dei bicchierini coi punti che corrispondono l'uno alla estremità di una delle gambe, e preci-

samente all'estremità del gastrocnemio, l'altro alla parte superiore della gamba, ed otterremo in quel momento una deviazione distinta di 3° o 4° almeno, e che indicherà una corrente, che per brevità chiameremo *ascendente*, cioè diretta, come quella scoperta da Nobili, dai piedi alla testa nell' animale. Onde rendere questa deviazione più forte, senza togliere la pelle nè uccidere la rana, basta tenere la rana immersa per pochi istanti in una soluzione leggiermente salata o acida, dopo di che quella deviazione diventa di 10° o 12°. Finalmente se si toglie la pelle a tutta la rana, ciò che si può fare senza uccidere l'animale, si otterrà una deviazione molto più forte, di 30° a 35°, toccando gli stessi punti del gastrocnemio. Evidentemente nelle due prime esperienze la pelle serviva a condurre in parte la corrente della rana, e basta d'inviluppare con uno strato di tela o di carta fina imbevuta d'acqua la gamba della rana spellata per ottener di nuovo una deviazione molto minore di quella precedentemente ottenuta dalla stessa rana.

Non starò qui a descrivervi tutte le esperienze, che da primo fu necessario eseguire onde dimostrare come ognuno dei muscoli della rana intera formi un sistema elettro-motore distinto, e come le forze elettro-motrici dei diversi muscoli sieno molto diverse fra loro, e come i filamenti nervosi, che Galvani e Nobili consideravano come uno degli elementi della pila animale, non sieno realmente che cattivi conduttori aggiunti ai muscoli e per i quali circola la corrente dei muscoli. Prendiamo una rana intera spellata e toccandola sulla testa e sul tendine del gastrocnemio si avrà la solita corrente ascendente, come si ottiene toccando lo stesso tendine e la superficie dei muscoli del dorso e della coscia. Si può distaccare un gastrocnemio, e operando sopra questo solo col toccarne al solito le due estremità, si avrà una corrente nello stesso senso, ma che sarà più forte di tutte quelle ottenute sin ora. Si può dimostrare rigorosamente che il potere elettro-motore di un gastrocnemio solo supera quello della rana intera: perciò si divide una rana per metà e da una di queste metà si toglie il solo gastrocnemio che è opposto all'altra metà: si ottiene dalla doppia pila una corrente differenziale di 15° o 20° nel senso del gastrocnemio. Se si opera sulla coscia della sola rana, toccando l'estremità inferiore e il suo mezzo, si ha pure una corrente ascen-

dente, ma che è debole in confronto di quella della gamba. Anche da alcuni dei muscoli presi a parte delle membra superiori della rana, e distaccati quanto più è possibile senza scoprirne l'interno, si ha indizio di correnti deboli, ma costanti, e nel maggior numero dei casi ascendenti. È difficile di procurarsi un muscolo intero di rana che non dia corrente allorchè si toccano le sue estremità; pure si riesce, come pel primo lo ha mostrato Du Bois Reymond, a provare sopra uno di questi muscoli, come sarebbe l'*adduttore magno*, che mentre toccando o due punti del mezzo di questo muscolo o i suoi estremi non vi è corrente, o è debolissima; questa invece vi è ed è più forte toccando il mezzo e l'una o l'altra delle estremità del muscolo, sopra tutto nella parte dove apparisce il tendine; la qual corrente è diretta nei due casi nello stesso senso, cioè sempre dalla superficie del muscolo al tendine nel galvanometro. Si ha pure una corrente nello stesso senso toccando un gastrocnemio sulle due faccie laterali, cioè la faccia tendinosa e l'altra che non lo è. Onde accrescere notevolmente i segni di queste correnti basta di bagnare leggermente i muscoli con una soluzione di sal marino o di solfato di soda ed anche con una soluzione acida molto diluita.

Preparando un gastrocnemio in modo che vi sia unito il nervo sciatico che in esso si ramifica, si può rendere manifesta l'influenza del nervo sulla corrente elettrica di quel muscolo: mettendo in circuito l'estremità tendinosa e un punto qualunque del nervo, in modo che la corrente debba percorrere 8 o 10 millimetri di nervo, la deviazione è nel senso solito, ma è ridotta a 5° o 6°, mentre è di 30° o 40° chiudendo il circuito col solo gastrocnemio. Vedremo in seguito altre esperienze che determinano anche più precisamente che il nervo unito ad un muscolo, qualunque sia questo muscolo e il modo con cui è preparato, non interviene mai che come un filo cattivo conduttore unito al muscolo stesso.

Benchè le esperienze principali sulla corrente elettrica dei muscoli interi siansi fatte principalmente sulle rane, e che deboli assai sieno i segni di questa corrente ottenuta sopra altri animali, ciò che aveva fatto credere per molto tempo che la sola rana fosse atta a produrre o manifestare l'elettricità animale, è oggi fuori di dubbio che la stessa corrente esiste nei muscoli interi d'altri animali. Humboldt, Aldini ed altri fisici avevano già ripetuto

l'esperienza fondamentale di Galvani operando prontamente sopra gambe di coniglio o di pollo a cui è lasciato unito un pezzo di nervo crurale. Si fa facilmente l'esperienza con due di queste gambe, alle quali è tolta la pelle e tirato fuori dai muscoli della coscia il nervo crurale che vi si nasconde: si dispongono le due gambe sopra un piano isolante e si fa in modo che il nervo dell'una tocchi l'estremità tendinosa dell' altra. In questa guisa si può ripiegare il nervo della seconda gamba sul tendine della prima, ed è nel momento del contatto che le contrazioni si svegliano.

Du Bois Reymond fu il primo ad applicare le estremità del galvanometro usando il processo tante volte descritto sopra muscoli interi di coniglio, di piccione o di altri uccelli. Anche il prof. Cima ha eseguita una serie estesa di diligenti ricerche sull'elettricità dei muscoli interi di diversi animali. Le correnti che così si ottengono sono generalmente molto più deboli di quelle che si hanno coi muscoli della rana. Merita sopra tutto di essere notato che con alcuni di questi muscoli, e sempre toccando colle lastre del galvanometro le estremità loro, le correnti non sono più come per la rana tutte ascendenti o dirette dalle estremità verso la testa nell'animale: in alcuni casi la corrente è opposta o discendente, come lo ha trovato Du Bois Reymond nella coscia del piccione.

Allorquando possederemo la teoria dell'elemento elettro-motore dei muscoli, sapremo anche spiegarci queste particolarità della direzione della corrente dei muscoli interi nei diversi animali: ci basti per ora di sapere, che queste particolarità sono comprese sotto un fatto più generale di quello della corrente ascendente creduta da prima come propria della sola rana. Questo fatto si può così stabilire: « qualunque sia il muscolo intero su cui si opera, » qualunque l'animale a cui questo muscolo appartiene, qua- » lunque il senso della corrente che si trova fra le estremità di » questo muscolo, è costante che un arco conduttore e omogeneo » stabilito fra l'estremità tendinosa e la superficie della regione » mediana del muscolo, è percorso da una corrente diretta in » tutti i casi dalla superficie del muscolo al tendine. »

Come già lo dissi, le correnti dei muscoli interi sono generalmente molto deboli se si paragonano a quelle del gastrocnemio

o della rana intera: si può però metter fuori d'ogni dubbio la conclusione generale che abbiamo esposta or'ora disponendo a pila diversi di questi elementi, cioè facendo che la superficie muscolare tocchi il tendine dell'elemento successivo, e così via via. Con questa disposizione si vedono le deviazioni crescere col numero degli elementi. È così che con una pila di 8 o 10 gastrocnemi si hanno deviazioni fortissime anche ad un galvanometro di 1500 a 2000 giri. Questa pila di gastrocnemi produce pure una corrente capace di decomporre l'ioduro di potassio: a questo effetto i due fili di platino, che toccano i due poli di questa pila, toccano colle altre estremità una carta inzuppata della nota soluzione d'amido e d'ioduro di potassio, e allora si vede una macchia scura formarsi in contatto del filo che tocca la superficie del muscolo, dovuta all'iodio che si separa.

Per terminare ciò che ha rapporto coll'esperienza fondamentale di Galvani, che abbiamo generalizzata ed analizzata coll'appoggio di tutte le scoperte moderne e convertita così nel caso della corrente elettrica dei muscoli interi, diremo finalmente delle contrazioni che si hanno facendo uso dalla sola rana galvanoscopica. Qualunque sia il modo con cui si fanno comunicare il nervo e il tendine del gastrocnemio si ha la contrazione, e questa si ottiene, sopra tutto continuando l'esperienza, nel momento in cui s'interrompe il circuito. Ricordandoci la legge principale dell'elettro-fisiologia che cioè, una corrente inversa, o che percorre il nervo in senso contrario alla sua ramificazione, sveglia la contrazione piuttosto nell'istante in cui il circuito è interrotto che in quello in cui è chiuso, poteva far sorpresa che, ripetendo l'esperienza di Galvani, di rado si avesse la contrazione nel momento in cui si separano dal contatto i nervi lombari e la gamba. Cesserà però ogni sorpresa riflettendo che la corrente inversa non produce quell'effetto se non prolungando il suo passaggio per un certo tempo e principalmente sopra un nervo di cui l'eccitabilità è indebolita, ciò che non avviene nel modo solito di ripetere l'esperienza di Galvani. Volendo quindi ottenere le contrazioni nel distacco del nervo dal gastrocnemio, bisogna, come lo ha ben mostrato il prof. Cima, usare la rana galvanoscopica sostenuta nel ginocchio con un corpo isolante e toccare una soluzione di sal marino o di altro liquido conduttore colla zampa e col nervo

nel tempo stesso. Si ottengono allora le contrazioni, e tenendo chiuso il circuito qualche secondo per volta, si hanno sempre e più persistenti le contrazioni all'aprire.

Da questi fatti emerge un'avvertenza importante per l'uso della rana galvanoscopica. Allorchè tenendo la zampa della rana fra le dita si mette il nervo in contatto di un conduttore e quindi in comunicazione col suolo, si ha la contrazione dalla corrente del gastrocnemio che circola pel nervo, pel conduttore e per il corpo dell'osservatore. Onde evitare questa causa d'errore che s'incontrerebbe, come è avvenuto in tutte l'esperienze di Aldini sull'elettricità animale, tuffando il nervo di una rana preparata in un tessuto animale qualunque, è essenziale di reggere la gamba o con un tubo di vetro o con una striscia di lamina di *gutta-percha*, onde impedire alla corrente del gastrocnemio di circolare.

Passiamo al caso della corrente elettrica dei muscoli di cui le fibre sono tagliate. I muscoli di tutti gli animali possono servire per dimostrare l'esistenza di questa corrente che è di certo il fenomeno d'elettricità animale più generale e più costante che si conosca. Si suol fare l'esperienza principale prendendo delle coscie di rane, che come già abbiamo visto, non danno corrente o la danno debolissima ed ascendente fra le loro due estremità; tagliando queste coscie a metà, si ottengono per ognuna di esse due elementi interi, cioè atti a produrre la corrente elettrica in un arco conduttore omogeneo di cui le estremità toccano da una parte la superficie del muscolo, e dall'altra l'interno o la sezione del muscolo creata col taglio. Questa corrente è costantemente diretta nel galvanometro dalla superficie del muscolo all'interno. Disponendo colle precauzioni già descritte un certo numero di questi elementi in pila si ottiene una corrente che cresce col numero loro, che produce l'azione elettrolitica e si manifesta anche coi segni della tensione ad un condensatore molto sensibile. È quasi inutile di aggiungere che, o con un elemento solo o meglio con una pila, si ottiene pure l'indizio della corrente chiudendo il circuito col nervo della rana galvanoscopica, o colla rana preparata e divisa a metà facendo comunicare ognuna delle sue gambe colle cavità estreme della pila muscolare. Si ottiene al chiudere la contrazione nel membro che comunica coll'interno del muscolo, e all'aprire si contrae l'altro membro; ciò

che significa che la corrente è diretta nella rana galvanoscopica o nell'arco esterno dalla superficie all'interno dell'elemento muscolare della pila.

Per mostrare l'esistenza della corrente, che chiameremo d'ora innanzi *muscolare*, sopra un pezzo di muscolo di un animale qualunque vivo, basta di avere una rana galvanoscopica sostenuta col solito manico isolante. Fatto un taglio nel muscolo di quell'animale non mancano mai le contrazioni della rana tutte le volte che il suo nervo si mette in contatto in due punti distinti colla superficie del muscolo e coll'interno della ferita.

Anche sugli animali vivi e interi queste esperienze si fanno assai facilmente. Si prendono 5 o 6 rane e ad ognuna di esse si taglia una coscia a metà mentre l'altra coscia spellata si lascia intera togliendone la gamba colla disarticolazione. Per formare una pila di queste rane non si fa che mettere in contatto la sezione creata col taglio in una coscia colla superficie della coscia intera della rana successiva: conviene però fissare le rane sopra un piano onde restino gli elementi in contatto. Questa stessa esperienza si ripete pure sui piccioni e sui conigli vivi. Ricorderò ancora un ultimo caso di pila muscolare, che è quella che si forma con tanti pezzi di anguilla spellata. Prendendo uno di questi pezzi e mettendolo fra i due bicchierini in cui pescano le lamine del galvanometro vi sono due posizioni in cui non vi è segno di corrente, e due in cui si ha sempre, e diretta dalla superficie all'interno del muscolo nel galvanometro. Toccando nel tempo stesso o le due sezioni interne o le due superficie, non vi è, e non vi può essere corrente; mentre si manifesta subito toccando la superficie e l'interno. Si possono disporre in pila diversi di questi elementi, e secondo che colle estremità del galvanometro si tocca ora l'interno dell'elemento estremo e la superficie dell'altro, o viceversa, si hanno due correnti che sono dirette in senso contrario, come deve essere essendo sempre la corrente diretta nel galvanometro dalla superficie all'interno del muscolo in ogni elemento. Queste stesse esperienze si fanno sulle coscie di rane e sui muscoli dei conigli e dei cani.

In tutti questi casi l'interno del muscolo viene ad esser tagliato trasversalmente alle fibre, e ammettendo che la struttura del muscolo consista in un fascio di fibre cilindriche, ne verrebbe che

ciò, che abbiamo chiamato l'interno, del muscolo, sarebbe la ***sezione trasversale*** del muscolo stesso, come l'ha pel primo chiamata Du Bois Reymond. Ne verrebbe anche, ammesso che queste fibre elementari sieno come appariscono molto sottili, la quasi impossibilità di avere una sezione interna longitudinale. È però certo che, allorchè si prova di ottenerla tagliando delicatamente certi fasci muscolari molto lunghi, come sono quelli che si trovano aderenti alla spina del coniglio, la corrente che si ottiene è sempre diretta nel galvanometro dalla sezione interna longitudinale alla superficie del muscolo.

Per terminare ciò che riguarda la corrente elettrica dei muscoli tagliati, devo aggiungere che Du Bois Reymond è riuscito il primo ad ottenere dei segni distinti, benchè deboli, di questa corrente applicando l'estremità del galvanometro sopra due punti appartenenti alla stessa sezione trasversale di un muscolo. Questa ricerca deve essere fatta sopra i muscoli della coscia del coniglio, che sono abbastanza grossi perchè due lamine del galvanometro siano ad una certa distanza fra loro. Tenendo una delle lamine nel centro della sezione trasversale e l'altra sopra un punto della stessa sezione più prossimo all'orlo, si ha una corrente che è diretta nel galvanometro, come lo sarebbe, se la seconda lamina toccasse la superficie del muscolo.

Dai fatti sin qui descritti possiamo con sicurezza concludere:
« 1° Che un arco conduttore, omogeneo stabilito fra l'estremità « tendinosa di un muscolo qualunqne intero e vivo, o tolto da un « animale recentemente ucciso, e la superficie di questo muscolo, « è percorso da una corrente costantemente diretta dal tendine « alla superficie del muscolo;

« 2° Che lo stesso arco stabilito fra un punto qualunque della « superficie di un muscolo e l'interno, o la sezione ottenuta col « taglio di questo muscolo, è pure percorso da una corrente « diretta dalla superficie del muscolo all'interno.

Considerando le estremità delle fibre muscolari in comunicazione immediata colle fibre del tendine, come sembra risultare dalle indagini anatomiche, il tendine potrà riguardarsi come la sezione ***naturale trasversale*** del muscolo. È così che Du Bois Reymond considera il tendine, per cui le due conclusioni precedenti si riducono nella mente di questo fisiologo ad una

sola più generale, che cioè, ***ogni punto della sezione longitudinale, naturale o artificiale di un muscolo è positivo rispetto alla sezione trasversale, naturale o artificiale.*** Sopra questa conclusione ci limiteremo ad osservare che per sezione naturale longitudinale si deve intendere ciò che chiamammo la superficie del muscolo; quanto alla sezione longitudinale artificiale già dicemmo che è difficile ad ottenersi con un taglio parallelo alle fibre, e che quando si può credere ottenuta questa sezione, si trova che il suo stato elettrico non differisce da quello della sezione trasversale o dall'interno del muscolo.

Dobbiamo ora trattare delle relazioni che esistono fra questi fenomeni d'elettricità muscolare, e le condizioni fisiche e fisiologiche del muscolo. Queste relazioni, che potrebbero anche chiamarsi le leggi della corrente elettrica muscolare, devono distinguersi in fisiche e fisiologiche: onde procedere in questa esposizione con ordine e con brevità nel tempo stesso, parleremo di queste leggi in tante sezioni distinte sotto la forma di proposizioni.

Prop. 1ª. « L'intensità della corrente muscolare è indipendente » dalla grossezza o estensione della sezione trasversale artificiale » del muscolo. »

Si dimostra questa proposizione preparando diverse mezze coscie egualmente lunghe, ed assicurandosi col solito metodo differenziale che le intensità delle correnti muscolari sono eguali o pochissimo diverse per ognuno di questi elementi: operando sopra rane egualmente vivaci non si riscontrano mai che differenze piccolissime. Ciò fatto si collocano sulla solita lastra di *gutta-percha* quattro, o sei, o più di questi elementi tutti riuniti insieme e disposti nello stesso senso; un altro elemento simile è collocato in contatto di quel mucchio mettendo assieme le sezioni trasversali e volgendo all'esterno le estremità delle coscie, o viceversa. Si chiude il circuito fra le due lamine del galvanometro, e la corrente differenziale che si trova, o è nulla o piccolissima, e questa ora è dovuta all'elemento solo, ora al mucchio indifferentemente.

Sin qui questa proposizione è identica a quella che si è stabilita sulle pile termo-elettriche e sulle idro-elettriche. Cercando di verificare questo stesso fatto sopra mezze coscie di eguale lunghezza prese sopra rane molto diverse di grandezza, si giunge ad

una conclusione presso a poco l' istessa. In qualche caso furono paragonati degli elementi muscolari di cui i pesi stavano fra loro come 1 : 5 o come 1 : 6. La corrente differenziale trovata fu spesso nulla. È però vero che nei pochi casi, in cui una debole corrente differenziale fu ottenuta, questa era nel senso del muscolo più grosso; ma questo fatto non altera la verità della proposizione e deve piuttosto essere attribuito al diverso potere elettromotore, che vedremo avere i muscoli secondo il loro vario grado di nutrizione.

Prop. 2ª. « L'intensità della corrente muscolare varia colla lunghezza del muscolo. »

Anche questa proposizione può essere dimostrata collo stesso metodo differenziale e coi muscoli della rana.

Prendiamo due mezze coscie della stessa rana e mettiamole opposte; la corrente differenziale sarà nulla o piccolissima. Con un taglio fatto in una sezione parallela alla prima si riduce uno di questi elementi alla metà o al terzo della sua lunghezza e si ripete l'esperienza; si trova allora una corrente differenziale nel senso del muscolo più lungo.

Anche sul gastrocnemio si può fare la stessa esperienza collo stesso risultato, se non che è più raro di riuscire sulle prime ad ottenere due gastrocnemi che abbiano lo stesso potere elettro-motore. Una volta trovati, si taglino in traverso dalla parte del tendine, ma in modo che restino di una lunghezza molto disuguale; ed allora opposti, si avrà una corrente differenziale nel senso del gastrocnemio più lungo. Si può anche prendere una rana preparata alla maniera solita e tagliare le due coscie verso il mezzo. Messe in circuito le due sezioni trasversali la corrente differenziale sarà nulla. Se allora si ripete l'esperienza dopo avere con un nuovo taglio ridotta a metà la lunghezza di una delle mezze coscie, si troverà una corrente differenziale nel senso della più lunga.

Sotto questa stessa proposizione si dovrà comprendere il caso della corrente differenziale, che si ottiene mettendo nel circuito un gastrocnemio unito organicamente alla mezza coscia inferiore, sia che si lasci il tendine di quel muscolo, sia che si tagli per ottenere una sezione trasversale. Lo stesso si trova operando convenientemente sopra muscoli di coniglio o di piccione.

Perchè non resti alcun dubbio sopra questa proposizione aggiungeremo due precauzioni, che è utile di seguire nell'esperienza e di cui l'oggetto sarà inteso col semplice annunzio.

Se i due elementi paragonati da primo danno una piccola corrente differenziale, si accorcia quello a cui era dovuta questa corrente: è utile per mettersi in circostanze eguali di rinnovare il taglio sui due elementi, uno per un tratto grande e l'altro per un tratto cortissimo.

La più concludente delle esperienze, che dimostrano questa importante proposizione, si fa sopra quei muscoli del dorso del coniglio che si chiamano il muscolo gran dorsale, e il lunghissimo del dorso. Si prepara prontamente sul coniglio vivo una striscia di questi muscoli, con un taglio parallello alla superficie di essi: sopra questa striscia lunga da 100 a 120 millimetri si vedono distintamente le fibre muscolari che si attaccano alla superficie tendinosa e che poi si ripiegano rimanendo sempre un po' obblique a quella superficie. Sopra una striscia così preparata si crederebbe di vedere distinte le tre sezioni di Du Bois Reymond, cioè la sezione trasversale naturale, la trasversale artificiale e la sezione longitudinale, che non sappiamo bene se debba chiamarsi naturale o artificiale; tentando lo stato elettrico di queste tre sezioni si trova, che la sezione longitudinale si comporta come l'interno del muscolo rispetto alla sezione trasversale naturale, e come la superficie rispetto alla sezione trasversale artificiale.

L'esperienza di cui ci occupiamo ora si fa tenendo le estremità del galvanometro in contatto dell'interno e della superficie tendinosa del muscolo ad una distanza fra loro che ora è di 20 a 25 millimetri, ora di 85 a 90. Nel primo caso la corrente fu trovata in una esperienza di 18° a 20° e nel secondo di 80° a 90°. Ripetuta l'esperienza più volte il resultato fu costante, e ricorda quello che si ottiene sul gimnoto o sulla torpedine, secondo che lo strato dell'organo elettrico da cui si ha la scarica è più o meno lungo.

Aggiungeremo per ultimo che questa proposizione spiega sufficientemente il resultato di Du Bois Reymond, che già riferimmo, sulla differenza di stato elettrico dei diversi punti della sezione trasversale artificiale di un muscolo. Sembra infatti naturale, che i punti di questa sezione che sono più vicini al

centro corrispondano a fibre muscolari più lunghe di quelle prossime all'orlo della sezione stessa.

Passeremo ora alle leggi fisiologiche della corrente muscolare, seguendo nella loro esposizione lo stesso metodo.

Prop. 1ª. « La forza elettro-motrice del muscolo vivo, o recen-
» temente ucciso, è maggiore nei mammiferi e negli uccelli, che
» nei pesci e nei batracchi: la persistenza di questa forza, che
» decresce più rapidamente nei primi istanti dopo la morte, è
» maggiore nei muscoli dei pesci e dei batracchi, che in quelli de-
» gli animali superiori.

Non s' incontra alcuna incertezza nelle esperienze che provano questa proposizione. Si prepara prontamente una coscia di coniglio o di piccione tagliandola nel terzo inferiore, e le si toglie la pelle; nello stesso tempo si prepara una mezza coscia di rana che deve esser lunga quanto la suddetta porzione della coscia del coniglio. Messe in contatto le sezioni trasversali delle due coscie, si chiude il circuito fra i due soliti bicchierini toccando due punti della superficie di quelle coscie egualmente lontani dalla superficie di contatto delle due sezioni interne: si ottiene una corrente differenziale nel senso dei muscoli del coniglio, la quale è da principio di 15° o 20° al galvanometro più delicato. Un resultato simile si ha dai muscoli della coscia del piccione. Questa esperienza può essere variata toccando in diversi punti la sezione trasversale della coscia del coniglio.

Lasciando in contatto i due elementi opposti che abbiamo descritti, e rinnovando l'esperienza dopo 25 o 30 minuti, è bello di trovare o la deviazione nulla, o la deviazione in senso contrario. Dopo una o più ore il resultato non è più incerto, e prevale manifestamente la corrente della mezza coscia di rana: questa prevalenza continua a crescere per un certo tempo, anticipa ed è maggiore confrontando muscoli di rana con muscoli di piccione, di quello che fra muscoli di rana e di coniglio.

Affermiamo che poche sono le esperienze di elettro-fisiologia le quali riescono come queste senza incertezze ed al primo tentativo.

Si ripetono queste stesse esperienze sopra pile di elementi muscolari. Alle stesse conclusioni è giunto J. Regnauld operando sul muscolo della gamba del coniglio e sulla mezza coscia di rana.

Termineremo coll' avvertire una circostanza che meriterebbe

di essere studiata e che spesso si presenta in queste esperienze. Il decrescimento della forza elettro-motrice dei muscoli del coniglio e del piccione dopo la morte, sembra accadere più prontamente lasciando le due sezioni interne dei due elementi opposti in contatto, di quello che disfacendo la doppia pila e rimettendo di nuovo gli elementi in contatto dopo un certo tempo.

Prop. 2ª « Il nervo non esercita direttamente alcuna influenza » sulla forza elettro-motrice del muscolo. »

Abbiamo già descritte le esperienze principali che dimostrano questa proposizione. Infatti quelle esperienze provano che il senso della corrente muscolare non cangia per la presenza del nervo unito al muscolo. Si ottiene facilmente la mezza coscia inferiore di una rana a cui è unito il nervo crurale che sta nascosto nel tratto superiore della coscia: mettendo in circuito quest'elemento, toccando il nervo e la superficie del muscolo, la corrente diretta nel galvanometro dalla superficie all' interno del muscolo percorre il nervo nel senso della sua ramificazione. Se invece si prepara la mezza coscia superiore lasciandole uniti i nervi lombari, e si chiude il circuito comprendendovi questi nervi, la corrente costantemente diretta dalla superficie del muscolo all' interno nel galvanometro percorre i nervi in senso contrario alla loro ramificazione. La sola differenza che produce la presenza del nervo è la diminuzione della corrente per la sua debole conducibilità.

Sotto questa stessa proposizione si dovrà comprendere il fatto della nessuna influenza esercitata sulla forza elettro-motrice del muscolo dalla introduzione nell' organismo dell' acido prussico e dei veleni così detti narcotici. Confesseremo però che questo soggetto meriterebbe nuovi studi e che sopra tutto ci sembrerebbe importante il confronto fra i muscoli presi allo stato naturale ed i muscoli degli animali uccisi colla *curara.*

Prop. 3ª « Tutte quelle azioni che, influendo sulla struttura » fisica o sulla chimica composizione del muscolo ed in modi sin » qui sconosciuti modificano la così detta *irritabilità* o *contrattilità* » muscolare, operano egualmente sulla forza elettro-motrice del » muscolo. »

Passeremo rapidamente in rivista le diverse circostanze alle quali si allude in questa proposizione avendo ben cura di non tener conto che dei fatti bene stabiliti.

Cominciamo dall' azione del calore. Preparati alcuni elementi muscolari, come sarebbero mezze coscie o gastrocnemi di rana, si mettono in un tubo di vetro circondato da un miscuglio frigorifero di ghiaccio e sal comune. Questi elementi tolti dal tubo dopo uno o due minuti e al solito paragonati col metodo differenziale ad altri muscoli preparati nello stesso tempo, ma lasciati alla temperatura ordinaria, mostrano di aver notabilmente perduto della loro forza elettro-motrice. Lasciati a quella temperatura che è di 2° o 3° sotto zero per sei o dieci minuti la forza elettro-motrice è estinta o quasi estinta. Non è però per la perdita della conducibilità che questo avviene; perchè, anche in quello stato di muscoli che si direbbero congelati, la corrente di un solo elemento muscolare può circolare. Lasciati quei muscoli al sole tanto che tornino almeno apparentemente come prima, la loro forza elettro-motrice ricompare, ma debolissima. Se però quel raffreddamento fu prolungato per qualche minuto di più, 20 a 30 minuti, la forza elettro-motrice è estinta per sempre; benchè col riscaldamento si sieno restituite la conducibilità e apparentemente tutte le proprietà fisiche. Anche sulle rane intere, o vive, o preparate, gli effetti del raffreddamento sono gli stessi di quelli descritti. Noteremo che in qualunque modo questo raffreddamento agisca, sia cioè o più o meno intenso o più o meno lungamente mantenuto, l'effetto fu sempre di diminuire o di distruggere la forza elettro-motrice dei muscoli, e in qualche caso vedemmo, come lo ha notato Du Bois Reymond, manifestarsi segni debolissimi e passeggeri di una corrente elettrica in senso contrario alla solita.

Un effetto poco diverso da quello del raffreddamento è prodotto dal riscaldamento superiore a + 30° o 40° C. Basterà tenere anche per pochi secondi una mezza coscia o un gastrocnemio sopra la fiamma dell'alcole o sopra carboni accesi per diminuire notabilmente o distruggere la forza elettro-motrice. Le temperature intermedie, allorchè agiscono sulle rane tenute nelle loro condizioni naturali, forse per il rapporto che hanno colle funzioni della respirazione e della nutrizione, influiscono sulla forza elettro-motrice dei muscoli rendendola generalmente più debole nell'inverno, e accrescendola nella primavera e nell'estate.

Era importante di ricercare se i gas non velenosi diversi dall'aria, e in mezzo ai quali si tengono per un certo tempo i gastrocnemi

o le mezze coscie delle rane, influiscono sulla loro forza elettro-motrice. Nel vuoto, nell'aria, nell'ossigeno, nell'acido carbonico e nell'idrogeno le pile di mezze coscie o di gastrocnemi di rana presentano sensibilmente gli stessi effetti elettrici. Nel gas idrogeno solo interviene un fenomeno affatto estraneo, che è quello della pila a gas per cui la corrente muscolare dopo di essere diminuita nei primi istanti che succedono alla chiusura del circuito, torna a crescere fino a un certo grado e così si mantiene per qualche tempo. Onde assicurarsi del modo di agire di questo gas, invece di tenere le pile muscolari sotto un recipiente pieno di gas idrogeno, basta di avere una delle lamine di platino, quella che pesca coll'estremo della pila formata dell'interno del muscolo, chiuso in un tubo di vetro rovesciato sul liquido e pieno di gas idrogeno; l'effetto è lo stesso come col recipiente che cuopre tutta la pila muscolare (1). Se questo tubo è tenuto all' altra estremità della pila, cioè in contatto della superficie del muscolo, la corrente muscolare non fa che decrescere più rapidamente del solito allorchè il circuito è chiuso.

Colle cognizioni che oggi abbiamo sulla respirazione muscolare sembra naturale di non considerare questi resultati come assoluti; forse le differenze prodotte nella forza elettro-motrice dalla presenza dei gas sopradetti sono piccole e non discernibili almeno cogli strumenti che oggi possediamo.

Ben diversamente si comportano il gas nitroso e l'acido idrosolforico. I muscoli delle rane uccise in questi due gas hanno notevolmente diminuita la loro forza elettro-motrice.

In generale si può affermare, che tutte quelle azioni che contrariano la respirazione delle rane diminuiscono anche la forza elettro-motrice dei loro muscoli: è questo il caso delle rane lasciate per qualche ora, e sino a che sieno quasi morte, in una piccola quantità d'acqua ad una temperatura elevata, o nell'acqua bollita, o lasciate nell'aria ma private della pelle.

Diremo per ultimo degli effetti dei diversi liquidi in cui si tengono immerse le mezze coscie di rane o i muscoli di altri animali.

(1) Per errore, nella nostra memoria inserita nelle *Philosophical Transactions*, parte 2ª del 1845, p. 289, si legge — *superficie del muscolo* in vece dell'*interno* e viceversa.

Nell' acqua, in una soluzione diluitissima di acido solforico o di potassa, nell'acqua di calce, nella soluzione di sal marino la forza elettro-motrice si trova, anche dopo un contatto di soli dieci o quindici minuti, distintamente indebolita. Per verificare questo resultato l'esperienza si fa mettendo una mezza coscia di rana nel liquido, lasciando l'altra nell'aria e poi cercando la corrente differenziale delle due correnti opposte.

Non lascieremo questo soggetto senza far notare la differenza che presenta la corrente muscolare dei gastrocnemi e forse quella di tutti i muscoli interi per il contatto dei diversi liquidi. È facile di assicurarsi che la corrente elettrica di un gastrocnemio è notevolmente accresciuta dalla semplice immersione del muscolo nell' acqua salata, o nelle soluzioni molto diluite, acide o alcaline. Siccome questo effetto non persiste se l' immersione si prolunga, ma anzi avviene allora l'indebolimento come nel caso delle mezze coscie, si sarebbe potuto attribuire all'azione che hanno quei liquidi di accrescere la conducibilità del tendine: ma poichè si ottiene anche coi due elementi opposti una corrente differenziale nel senso dei gastrocnemi che furono immersi nei liquidi sopradetti, la spiegazione proposta è per lo meno insufficente. Altrettanto si deve dire dell'influenza, simile a quella dei liquidi acidi e salini ad accrescere la forza elettro-motrice dei gastrocnemi, che Du Bois Reymond ha trovato nell'alcole, nell'etere, negli olii; cioè in corpi non conduttori.

Fra i liquidi che agiscono sulla corrente muscolare si distinguono le soluzioni di solfato di soda e di magnesia per essere le sole fra le molte sperimentate che, in contatto tanto dei gastrocnemi quanto delle mezze coscie, accrescono o conservano per una immersione non tanto prolungata la forza elettro-motrice dei muscoli.

Compiuta così l'esposizione dei fatti principali che stabiliscono la relazione esistente fra la forza elettro-motrice dei muscoli e le loro condizioni fisiche e fisiologiche, ci rimane a fare se non il tentativo di una teoria dell'elettricità muscolare, almeno l'enumerazione delle differenze che passano fra gli elettro-motori ordinari e questi che abbiamo studiati negli animali viventi: vorremmo anche tentare un riassunto delle idee più generali che possono dedursi dai nostri studi.

Una prima questione che importerebbe di risolvere coll'appoggio

solo dei fatti è, se la natura o l'origine della corrente dei muscoli interi, e quella dei muscoli di cui le fibre sono tagliate trasversalmente, è la stessa; o in altri termini, se è stabilito, come lo crede Du Bois Reymond, che il tendine rappresenta lo stato elettrico dell' interno del muscolo ed è, come egli dice, la sezione trasversale naturale. D'accordo con questa opinione sono molti dei resultati sperimentali che abbiamo riferito e che è inutile di descrivere nuovamente. Si sa pure che tolta la superficie tendinosa del gastrocnemio o di altri muscoli, o reso più conduttore il tendine pel contatto di una soluzione salina, la corrente del muscolo è accresciuta. L'effetto del raffreddamento rapido, eguale per le mezze coscie di rana come per i gastrocnemi, è pure in appoggio a questa idea; poichè non può facilmente ammettersi che il poter elettromotore di cui dovrebbe supporsi dotato il tendine, fosse da questa cagione egualmente modificato che la sostanza muscolare. Dicemmo già che la corrente differenziale, che si trova coll'elemento formato di un gastrocnemio unito ad una mezza coscia, era dovuta alla diversa lunghezza delle fibre, e che lasciando la mezza coscia più lunga possibile quella differenza spariva. Non ci nascondiamo però che l'esistenza, e quindi la direzione della corrente del gastrocnemio e di quasi tutti i muscoli della rana e di altri animali su cui si può operare e che è ottenuta toccando le estremità opposte di questi muscoli, difficilmente si spiega coll'idea che esaminiamo. Ammettendo quanto al gastrocnemio della rana che le fibre si dirigano obliquamente all' asse di questo muscolo, si può intendere perchè la così detta sezione trasversale artificiale non distrugge l'effetto del tendine, allorchè è fatta normalmente all'asse; mentre ciò avviene se il taglio è eseguito in un piano obliquo e parallelo per quanto si può alla superficie tendinosa. Anche la coscia intera della rana ha una corrente che è pure ascendente, e questa forma una nuova difficoltà, come lo è pure la corrente fortissima che si ottiene dalla mezza coscia toccando l'interno e l'estremità tendinosa. Citeremo ancora, come un fatto da tenersi in conto in questo esame, la costante diminuzione che presenta la forza elettromotrice del gastrocnemio rispetto a quella della mezza coscia di rana, tutte le altre circostanze rimanendo ferme, allorchè l'animale è sottoposto ad un raffreddamento prolungato ed in generale alle azioni contrarie al processo della nutrizione.

Da tutto questo crediamo si debba rigorosamente concludere che molte analogie s'accordano a stabilire l'identità dell'origine della corrente muscolare nei due casi in cui l'abbiamo studiata: vi è quindi fondamento di credere, che le eccezioni pur troppo gravi che ancora regnano contro questa generalizzazione saranno dileguate o spiegate, allorchè saremo giunti a conoscere la forma e la natura dell'*elemento elettro-motore* del muscolo.

Considerando la fibra muscolare e quindi un muscolo, cioè un fascio di queste fibre, come una serie di elementi elettro-motori, sarebbe conforme agli effetti degli elettro-motori ordinarii la proprietà riconosciuta nel muscolo di una forza elettro-motrice proporzionale alla sua lunghezza o al numero degli elementi. Esiste però in ogni elettro-motore muscolare un carattere fondamentale il quale s'oppone all'analogia cogli elettro-motori conosciuti. Le estremità di un muscolo intero, le due sezioni trasversali o interne create col taglio alla metà di una coscia, hanno tutte lo stesso stato elettrico, ciò che non può mai accadere in una pila voltiana qualunque; questo c'insegna che l'aumento degli effetti elettrici, ottenuto riunendo in serie molte mezze coscie o dei gastrocnemi, deve essere attribuito alla legge dell'aumento della forza elettro-motrice di un muscolo col suo allungamento e non al principio della pila di Volta.

Confessiamo dunque che la forma dell'elemento elettro-motore del muscolo, senza analogia con tutte le pile che abbiamo, è ancora una scoperta importante che ci rimane a fare. Che la cagione che opera in questo elettro-motore stia negli atti chimici della nutrizione, sembra conforme a tutte le analogie e alle relazioni trovate fra l'intensità della corrente muscolare e l'irritabilità, e ben s'accorda colla respirazione muscolare e col suo aumento sotto la contrazione. Supponendo il muscolo formato di tanti globetti o grani di quella materia ancora sconosciuta, di cui il carbonio si combinerebbe all'ossigeno per formare acido carbonico nell'atto della contrazione, e supponendo questi grani immersi in un liquido e tutto l'insieme contenuto dentro un sacco membraniforme, s'intenderebbe paragonando quei grani a tanti pezzetti di zinco immersi nell'acqua, come si dovesse stabilire un circuito voltaico toccando con una lastra di platino quei grani e coll'altra il liquido o la membrana del sacco. Ma crediamo inutile di trattenerci ad annoverare le obiezioni

che subito si affacciano contro questo modo troppo semplice di rappresentarsi l'elettro-motore muscolare. Du Bois Reymond ha imaginato uno schema del muscolo onde spiegare il poter elettromotore di questo tessuto. Egli si rappresenta l'elemento elettromotore di un muscolo con un cilindro di rame di cui la superficie è coperta di zinco e le basi sole sono scoperte. Se questo cilindro s'immerge in un liquido s'intende come si abbia una corrente derivata stando colle lamine del galvanometro nel liquido, e tenendo una di queste lamine di faccia al rame, e l'altra di faccia allo zinco. Se si suppone di avere una serie di questi elementi si avrà secondo Du Bois Reymond lo schema della fibra muscolare.

Non abbiamo bisogno di dire quanto ci manchi ancora nelle cognizioni della struttura e della composizione chimica del muscolo per dare un qualche appoggio a questo modo di rappresentarsi il muscolo come elettro-motore, nè ci dilungheremo nelle sottigliezze che si sono imaginate per concepire come si possano sommare le azioni di questi elementi.

Ripetiamolo ancora una volta: la forma dell'elemento elettromotore del muscolo ci è sconosciuta; secondo tutte le analogie la sorgente dell'elettricità animale risiede negli atti chimici della nutrizione.

Prima di chiudere interamente questa lezione vogliamo aggiungere poche parole sull'esistenza di altri fatti d'elettricità animale, oltre quelli che abbiamo ben stabiliti come proprietà del muscolo vivo.

Basterebbe ricordare la definizione, che fin da principio abbiamo data dei fatti dell'elettricità animale, per provare che non consideriamo come tali le correnti elettriche avute immergendo le estremità del galvanometro l'una nello stomaco, l'altra negli intestini o nel fegato o sulla lingua di un animale vivo. Questi fatti non appartengono all'elettricità animale, più di quelli che si hanno strofinando la pelle di un gatto o togliendosi in una stagione asciutta le calze di seta. I visceri che abbiamo nominato hanno gli uni una reazione acida, gli altri sono imbevuti di un liquido alcalino, per cui fra le lamine di platino che vi si mettono in contatto, avviene quello che accadrebbe immergendole nelle soluzioni acide ed alcaline separate da uno strato poroso.

Aggiungeremo che ripetendo sopra altri tessuti, come quello del

fegato, dei reni, del polmone, esperienze così rigorose come quelle che si sono fatte sui muscoli, i segni elettrici che si ottengono sono piccoli, incerti e non possono essere assoggettati ad alcuna legge.

Non è però così dei nervi, e per noi che abbiamo lungamente persistito a negarne il poter elettro-motore, è motivo di vera soddisfazione il dichiarare oggi che la scoperta della corrente elettrica dei nervi è dovuta a Du Bois Reymond. Qualunque pezzo di filamento nervoso tagliato sopra un animale vivo e sperimentato ad un galvanometro molto delicato come quello di 24 mila giri, mette in evidenza questa proprietà. Come per i muscoli tagliati, la corrente elettrica del nervo si stabilisce in un arco omogeneo conduttore toccando l'interno del nervo e la superficie, e la corrente come pel muscolo è diretta nel galvanometro dalla superficie all'interno. Da ciò s'intende perchè non possa aversi corrente toccando un nervo intero e allo stato naturale colle due lamine del galvanometro. La corrente cresce d'intensità col numero degli elementi nervei messi in pila e la rana galvanoscopica manifesta l'esistenza della corrente svolta da una pila di pezzi di nervo. Opponendo ad una mezza coscia di rana un certo numero di elementi nervei, si è trovato che il potere elettro-motore del muscolo è molto più grande di quello del nervo. La facile alterabilità dei nervi all'aria impedisce di poter determinare rigorosamente questo rapporto, ma di certo non si è lontano dal vero affermando che il potere elettromotore del muscolo è per lo meno otto o dieci volte maggiore di quello del nervo. Ecco con questa scoperta aperto un nuovo campo di ricerche elettro-fisiologiche, e basterebbe riflettere alla relazione intima che esiste fra la funzione del nervo e quella del muscolo, perchè fosse dimostrata tutta l'importanza del potere elettro-motore comune scoperto in questi due tessuti.

SU D'UN FENOMENO SINGOLARE CHE SI PRESENTA ALLORCHÈ UN LIQUIDO SI FA CADERE A GOCCIE SOPRA LA SUPERFICIE D'UN ALTRO LIQUIDO DELLA STESSA NATURA O DI NATURA DIVERSA; A. CIMA.

Un fatto riportato da Buff in una lettera diretta a Tyndall parlando dello stato sferoidale che assume un liquido cadendo su d'un altro liquido (1), mi fece riflettere, più che non l'avessi fatto prima, su d'un fenomeno da me osservato accidentalmente anni sono.

Buff dice che una goccia liquida prende lo stato sferoidale allorchè si fa cadere sopra la superficie d' un altro liquido di diversa natura, portato ad una certa temperatura. Questo fatto è vero, come è vero altresì ciò che afferma questo fisico che la goccia in questo caso deprime alquanto la superficie liquida. Il fenomeno da me osservato, che, a quanto io sappia, non fu mai notato dai fisici, e sul quale si aggirano le ricerche che espongo in questo scritto, è il seguente.

Avendo colmato d'aequa alla temperatura ordinaria un bicchierino di piccolo diametro, in modo che la superficie liquida si era fatta convessa, ed avendo su questa superficie fatto cadere delle goccie dello stesso liquido alla stessa temperatura di quello che era nel bicchiere, vidi quelle goccie restare per qualche tempo intiere, scorrere su quella superficie e quindi saltar fuori in alcuni casi, superando gli orli del bicchiere, ed in altri casi diminuire successivamente di volume, conservandosi sferiche fino a scomparire affatto.

Questo fenomeno presenta tutte le apparenze di quello che costituisce lo stato sferoidale dei corpi, ma dipende certamente da una cagione ben diversa, in quanto che manca in esso la condizione essenziale per prodursi lo stato sferoidale, quale è appunto la temperatura determinata della superficie liquida, e la diversità fra questa temperatura e quella della goccia.

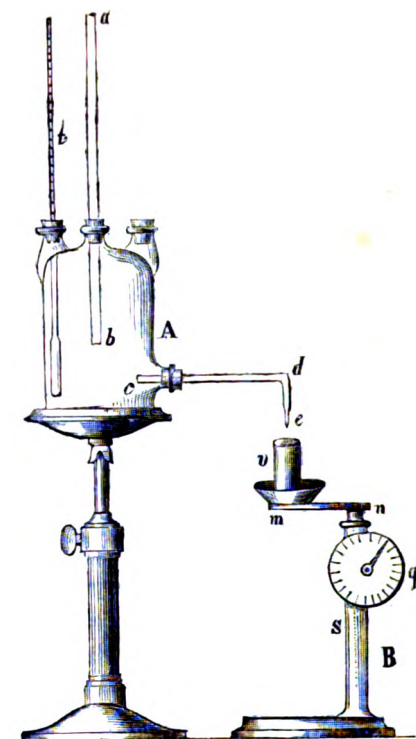
Questo resultato è più costante allorchè invece d'acqua si usa alcole, acido solforico, acqua zuccherata o gommata, sangue,

(1) *Philos. magaz.* e *Journal of sciences*, novembre 1855.

bile ecc. Ma, perchè succeda in tutti i casi il fenomeno, sono necessarie alcune precauzioni. È d'uopo che il liquido su cui si fanno cadere le goccie sia bene in riposo, è d' uopo che le goccie non siano molto grandi e che non cadano che da una certa altezza, varia e diversa per i liquidi differenti, e che vi cadano per il solo loro peso senza che vi vengano spinte. Nel fare queste sperienze avviene di frequente che le piccole goccie che si fanno cadere per le prime, anche usando le precauzioni ora accennate, non si mantengono allo stato, che per brevità dirò *globulare*, ma solo dopo qualche tempo da che dura l'esperienza.

La prima volta che osservai questo fenomeno, il bicchiere di 2 centimetri di diametro, era colmo di liquido, e la superficie di questo era convessa, come già dissi; ma mi avvidi ben tosto che succedeva lo stesso, anche quando il bicchere era d'un diametro molto più grande, e la superficie del liquido era piana, specialmente adoperando certi liquidi. In questo caso se si fa cadere la goccia a certa distanza dalle pareti del vaso, essa resta ferma e va diminuendo successivamente di volume e finalmente scomparisce; se invece si fa cadere sul rialzo capillare formato dal liquido a contatto delle pareti del bicchiere, la goccia scorre allora per quella specie di piano inclinato verso la parte media del vaso.

Per studiare le circostanze principali del fenomeno era d'uopo prima di tutto poter far cadere le goccie costantemente dalla stessa altezza e quindi colla stessa velocità. A tal fine ebbi ricorso al vaso di Mariotte, disposto come si vede in A, nella figura, e munito nel suo foro inferiore d'un tubo di vetro *cd* orizzontale, che si ripiega in basso ad angolo retto e che finisce in punta capillare *e*. Con questo mezzo si ha che la goccia cade ad intervalli uguali sopra il liquido sottoposto contenuto nel bicchiere *v*, e sempre colla stessa velocità, allorchè la distanza tra la superficie di questo e l'estremità *e* di quel tubo ricurvo non cambia, e la posizione del tubo *ab* resta costante.

Per poter determinare esattamente in tutti i casi una tale distanza e per poterla far variare all'uopo, feci uso dell'altra parte B dell'apparato, la quale consiste in un piccolo piatto sostenuto da una traversa orizzontale *mn*, fissata ad angolo retto ad un'asta verticale che scorre entro il sostegno *s*. Quest'asta è dentata, ed i suoi denti ingranano in un rocchetto che si muove orizzontalmente per

mezzo d'un bottone, e che fa muovere sul quadrante *q* una freccia, mentre che la traversa *mn*, e quindi il bicchierino *v* che è pieno di liquido, si eleva o si abbassa. La circonferenza del quadrante *q* è divisa in 240 parti uguali; e un ventesimo di millimetro di elevazione della traversa *mn* corrisponde alla corsa della freccia per una delle suddette divisioni. È chiaro come portando la superficie del liquido del bicchiere *v* a contatto della punta affilata *e* del tubo *cd*, mentre la freccia è allo zero di quella divisione, e quindi abbassando la traversa *mn* nel modo indicato, si possa determinare esattamente la distanza verticale tra l'estremità suddetta del tubo *cd* e quella superficie liquida.

I liquidi sopra i quali sperimentai sono i seguenti, alle densità sotto indicate, prendendo = 1 la densità dell'alcole.

	Densità.
Alcole	1,000
Olio d' ulive	1,058
Acqua distillata	1,134
Soluzione di gomma arabica .	1,155
Altra id. id. .	1,162
Soluzione di solfato di rame .	1,305
Id. di sal marino . . .	1,322
Acido solforico	1,882

Trovai che una goccia di questi liquidi cadendo sulla superficie, sia concava, sia piana e molto meglio convessa, dello stesso liquido, alla stessa temperatura, assume lo stato *globulare*; ma che per prodursi il fenomeno coi diversi liquidi è duopo che la goccia cada da un'altezza diversa, data la stessa temperatura.

Chiamerò per brevità, *distanza massima* quella altezza al di là della quale cadendo la goccia sulla superficie liquida, non si presenta più il fenomeno in discorso.

Quanto ho ora detto si può riconoscere osservando i numeri contenuti nei seguenti quadri, e che rappresentano in millimetri le *distanze massime* a cui avviene il fenomeno, operando coi liquidi corrispondenti e presi tutti alla stessa temperatura, che fu di 19°C. in un caso e di 26°C. nell'altro.

Temperatura 19°C.	*Distanza massima.*
Soluzione di solfato di rame	9^{mm},50
Acqua	10 , 00
Alcole	10 , 75
Olio	12 , 50

Temperatura di 26°C.	*Distanza massima.*
Soluzione di sal marino . .	8^{mm}
Acido solforico	8 , 50
Soluzione di solfato di rame .	9 , 25
Alcole	9 , 25
Soluzione di gomma arabica .	20 , 25

Le distanze massime qui accennate si riferiscono al caso in cui si fanno cadere le goccie sopra una superficie liquida convessa. Esse variano per ciascuno dei liquidi precedenti, a un dipresso nello

stesso rapporto, allorchè quelle goccie cadono su superficie liquida piana, sebbene si trovino in generale per ciascun liquido, minori in questo che nel caso precedente.

Facendo cadere le goccie sopra una superficie liquida piana, si riconosce poi come la massa del liquido di cui essa fa parte, non abbia influenza alcuna sulla produzione del fenomeno. Infatti questo succede anche quando si fanno cadere le goccie da conveniente altezza sopra un velo liquido che bagni appena il fondo d'un bicchiere.

Confrontando intanto fra di loro i numeri che corrispondono nel precedente quadro alla soluzione di solfato di rame e all'alcole, si riconosce l'influenza che sul fenomeno esercita la temperatura. Ma una tale influenza si deduce più chiaramente dalle sperienze comparative che ho fatto a questo proposito, i risultati delle quali sono compresi nel seguente quadro.

SOLUZIONE di SALMARINO		ACQUA		ALCOLE	
TEMPERATURA	DISTANZA MASSIMA	TEMPERATURA	DISTANZA MASSIMA	TEMPERATURA	DISTANZA MASSIMA
22°.C.	9^{mm},5	7°C.	13^{mm}	8°C.	9^{mm},25
26°.	8.	10°.	12.	10°.	9 , 50
35°.	(1)	19°.	10.	14°.	10 , 25
		26°.	(2)	19°.	10 , 25
				22°.	9 , 50
				26°.	9 , 25
				35°.	5 , 25
				60°.	(3)

(1, 2) A queste temperature il fenomeno cessa, anche a piccolissime distanze, per la soluzione di sal marino e per l'acqua rispettivamente.

(3) Non ho potuto fare sperienze per le temperature intermedie fra 35° e 60°, e però non ho potuto riconoscere a quale temperatura precisa cessi il fenomeno. A 60° intanto la goccia non prende più lo stato globulare anche a distanze piccolissime.

Riflettendo su ciò che avviene colla soluzione di sale marino e coll'acqua si vede come la distanza massima vada successivamente diminuendo, crescendo la temperatura in grado uguale, tanto nel liquido che cade a goccie, quanto in quello che lo riceve sulla sua superficie. Si vede inoltre che una tale diminuzione non è esattamente proporzionale a quell' accrescimento. Si riconosce finalmente esservi un certo grado di temperatura, maggiore per quella soluzione salina, minore per l'acqua, alla quale la goccia non prende più lo stato globulare cadendo sul liquido avente una temperatura uguale alla sua.

Osservando poi ciò che si ottiene coll'alcole si riconosce invece che la distanza massima cresce successivamente come cresce la temperatura; ma che quando questa è giunta ad un certo grado essa distanza massima segue la stessa legge che negli altri due liquidi, cessando la goccia di assumere lo stato globulare, allorchè la temperatura giunge ad un certo grado.

Quanto ho detto si riferisce semplicemente al caso in cui la temperatura sia la stessa per la goccia e per la superficie liquida. Infatti se esiste una differenza notabile di temperatura tra quella e questa, non cessa di manifestarsi il fenomeno dello stato globulare. Così la goccia più calda prende quello stato cadendo sopra una superficie fredda e viceversa, come nel caso da Buff attribuito allo stato sferoidale.

Volli pur vedere se il fenomeno succedeva anche tra due liquidi di diversa natura, ma presi alla temperatura medesima. Trovai innanzi tutto essere cosa difficile poter trarre conseguenze esatte da ciò che avviene allorquando si fa cadere a goccie un liquido su di un altro liquido che abbia un peso specifico maggiore, in quantochè, siccome è raro che le prime goccie che si fanno cadere restino allo stato globulare, succede che si forma uno strato del liquido da cui esse risultano sopra la superficie dell'altro, per cui allora il fenomeno avviene tra due liquidi della stessa natura. Si è perciò che ho preferito far cadere a goccie un liquido più denso sopra la superficie d'un altro meno denso.

A tal fine ho fatto cadere delle goccie di soluzione di gomma arabica sul'olio, delle goccie d'olio sull'alcole, delle goccie d'acqua sull'olio. In tutti questi casi le goccie prendono lo stato globulare, restano quindi galleggianti sulla superficie del liquido per un

tempo tanto più lungo, quanto minore è l'altezza da cui cadono; traversano poi la massa del liquido cadendo al fondo del vaso e mantenendovisi per qualche tempo sotto forma sferica.

Più curioso riesce il fenomeno in questo caso, se si fa cadere una goccia degl' indicati liquidi sopra un altro di minor densità in un largo recipiente, sopra il rialzo capillare formato a contatto delle pareti di questo. Si vede allora, come nel caso consimile di due liquidi della stessa natura, la goccia sotto forma globulare scorrere sulla superficie del liquido di minor peso specifico e quindi affondarvisi.

Misurando poi la ***distanza massima*** al solito modo trovai:

	distanza massima
Goccia d'acqua gommata sull'olio . . .	12mm,75
Id. d'olio sull'alcole	10 , 00
Id. d'acqua sull'olio	5 , 25.

Il fenomeno descritto e studiato in questa memoria è, a parer mio, del genere di quelli che si dicono complessi, in quantochè diverse cagioni sembrano concorrere alla sua produzione. La cagione principale credo debba riporsi in quella resistenza che oppongono le superfici liquide a lasciarsi penetrare, e che viene dimostrata da parecchi altri fatti, alcuni dei quali vennero esposti e discussi da Simon in una memoria sulla capillarità (1), sia che una tale resistenza dipenda unicamente dalla forza di coesione dei liquidi, sia che proceda da quella, cosi detta, forza contrattile superficiale, proveniente dalla trazione reciproca, che le considerazioni tratte dalla meccanica razionale, ne inducano ad ammettere tra le particelle formanti una superficie liquida. Una tale trazione si trova in esercizio, qualunque sia la forma della superficie liquida; ma nel caso di superficie convessa, che è quello in cui le goccie prendono più facilmente lo stato globulare, la forza contrattile tirerà in dentro con maggiore energia la superficie liquida impedendo che il liquido si espanda. In modo identico a questo agirà la forza contrattile, allorchè un liquido trovandosi in piccola quantità e non essendo sottomesso ad alcuna forza estrinseca, si dispone in forma sferica.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*. Tomo 32 della 3ª serie.

L'esistenza di questa forza contrattile, tanto nella superficie liquida su cui cade la goccia, quanto in quella della goccia stessa, potrebbe forse bastare per darci ragione della produzione del fenomeno. Se non che non mi sembra improbabile che vi abbia anche parte la presenza d'uno strato d'aria sottilissimo in spessore, ma di densità molto grande che si forma forse alla superficie dei liquidi, e che impedisce fino a certo punto, il contatto tra questa superficie e quella della goccia. Il concorso di questa cagione potrebbe essere comprovato dall'osservazione quasi costante che le prime goccie che cadono su d'una superficie liquida recentemente formata non assumono lo stato globulare, forse perchè si richiede, come è naturale, un certo tempo onde quella superficie fissi, per così dire, quel sottile strato d'aria.

Se poi si vanno a confrontare fra di loro i numeri che, stando alle sperienze di Gay-Lussac, di Avogadro e di Frankenhein, esprimono la forza contrattile superficiale dei diversi liquidi, si trova che essi non corrispondono a quelli che nelle mie sperienze esprimono le distanze massime a cui una goccia prende lo stato globulare; ossia in altri termini, che esprimono la resistenza della superficie liquida a lasciarsi rompere dalla goccia stessa. Ciò per altro non credo debba far meraviglia, se si considera che nella produzione del fenomeno in discorso influisce anche evidentemente la forza viva della goccia che cade sul liquido , e che deve variare, data la stessa altezza della caduta, colla massa della goccia, e perciò colla densità del liquido che la forma.

Finalmente credo abbia influenza grandissima sul fenomeno la viscosità dei liquidi, la quale non è in rapporto colla densità e la coesione dei liquidi stessi, nello stesso modo che la duttilità, che sarebbe la proprietà analoga nei solidi, non è in rapporto della densità e della coesione di questi. I liquidi più viscosi infatti prendono più facilmente degli altri lo stato globulare, e l'alcole stesso che è uno dei liquidi coi quali meglio riesce il fenomeno, stando alle sperienze di Ure (1), sarebbe più viscoso dell' acqua. Inoltre l'accrescimento di temperatura che diminuisce la viscosità dei liquidi, riduce la distanza massima a cui questi possono prendere lo stato globulare.

Torino, 1 luglio 1856.

(1) *Le Technologiste*. Tomo 1, 1840, pag. 155 e seg.

SUI FARI ELETTRICI;

LETTERA DEL PADRE SECCHI AL PROF. MATTEUCCI.

Mi dispongo a farle conoscere in poche pagine un lungo lavoro da me fatto sullo studio dei fari elettrici, specialmente in riguardo all'uso loro economico. Tuttavia diverse cose interesseranno anche la scienza. Questi apparati sono stati finora poco studiati sotto il punto di vista pratico, e molto meno dal lato scientifico, e pure vi sono delle cose interessanti. Per dirne qui una sola, è singolare il giuoco delle tensioni elettriche in rapporto alla intensità della luce e alla quantità di corrente che circola nell'apparato, e come una luce vivissima è alimentata da corrente assai debole specialmente quando il nastro fra i carboni è assai lungo.

Ho esaminato diligentemente il grado di resistenza che presentano i carboni caldi e freddi, e l'ho trovato enormemente diverso, ecc., ecc. Per dir tutto in breve accennerò che il nastro luminoso fa le veci di un reostato, variabile colla forza della pila, onde variando opportunamente la sua lunghezza mantiene la luce e la corrente sensibilmente costanti. Più importanti sono le conseguenze teoriche che si possono dedurre da questi esperimenti paragonati con quelli di altri, dai quali risulterebbe essere l'elettrico soggetto nei fili alla legge di continuità a cui sono soggetti i fluidi ordinarii nel loro corso.

Finalmente ho ripetuto e variato l'esperimento della luce epipolica e fosforogenica, e ho veduto col confronto di quella dello spettro solare (osservando di giorno sulla elettrica) che « il colore « dei raggi epipolici nello spettro elettrico è diverso affatto dal « colore degli analoghi raggi solari, essendo questo un cenerino « chiaro, e quello dell'elettricità di un magnifico azzurro di mare « nella prima striscia accanto al violetto, e di un bel verde pur di « mare nella seconda striscia che resta separata dalla prima, per « un intervallo eguale allo spazio occupato da ciascuna di esse. » Questo azzurro di mare così vivo veduto a qualche distanza, dà un celeste di poco inferiore a quello del mezzo dello spettro ordinario. Questi raggi sono vivacissimi quando il nastro è assai lungo e scarsissimi se sia corto o se la luce provenga dai carboni incandescenti.

Roma, 19 giugno 1856.

TRATTATO D'ELETTRICITA' TEORICA E APPLICATA; DI A. DE LA RIVE, VOL. II.

NOTA DI C. M.

Un trattato d'elettricità è certamente una delle opere più difficili e laboriose che possa assumere uno scrittore. Del che può ognuno facilmente rendersi ragione se si considera il numero grande di fenomeni elettrici che conosciamo, e l'incertezza e l'imperfezione dei principi e delle teorie che possediamo sull'elettricità Dobbiamo dunque essere grati al sig. De La Rive di aver intrapresa quest'opera, benchè esso, uno dei più illustri cultori di questa parte della Fisica, ne conoscesse tutte le difficoltà. Come tale era in grado di superarle, almeno per quanto è dato nello stato attuale della scienza, ed il celebre Fisico di Ginevra è infatti riescito sin qui ad ordinare metodicamente la maggior parte dei fatti elettrici conosciuti, a confrontarli fra loro con una sana critica ed a presentare in somma al lettore in pochi volumi un quadro completo delle cognizioni che abbiamo sopra questa parte tanto importante della filosofia naturale.

Questo secondo volume comprende l'esposizione dei fenomeni e le leggi generali della propagazione dell'elettricità, lo studio degli effetti calorifici, luminosi, chimici e fisiologici della corrente elettrica. In un altra parte del volume, che è la quinta dell'opera, l'autore tratta delle sorgenti dell' elettricità, cioè, dell' azione del calore, delle azioni meccaniche e delle azioni chimiche.

Un terzo volume, sul quale De La Rive lavora tuttora indefessamente e che deve essere pubblicato nel corso di quest' anno, comprenderà due parti, l'una delle quali sarà consacrata alle relazioni fra l'elettricità e i fenomeni naturali, e l'altra alle applicazioni propriamente dette dell' elettricità, alla cura delle malattie, alle arti chimiche e alle arti meccaniche. Nella impossibilità di trattenere i nostri lettori su tutti i pregi particolari dell' opera, che, lo ripetiamo ancora, ha il merito di contenere una esposizione ordinata dei fatti i più importanti e meglio comprovati dell'elettricità, ci limitiamo a notare l'ipotesi che lo ha guidato nella generalizzazione dei fatti stessi e che, qualunque possa essere lo sviluppamento o la modificazione che i futuri progressi della

scienza richiederanno, ha per ora il vantaggio di essere un perfezionamento delle ipotesi che prima avevamo, e di poter quindi servire a imaginare nuove ricerche.

Secondo De La Rive, ogni atomo ha due poli elettrici di forza eguale e di nome contrario ; e questo è per lui un fatto primitivo che assume e che non pretende spiegare.

La differenza fra un atomo ed un altro è una differenza di forza; allorchè gli atomi sono della stessa natura essi si uniscono non per l'attrazione dei loro poli, ma per un effetto dovuto alle loro masse; è questo quel caso d' attrazione che si chiama coesione. L'affinità chimica invece è dovuta all'attrazione dei poli di nome contrario la quale, secondo l'autore, si esercita sempre in modo che il polo positivo più forte d'un atomo si unisce col polo negativo dell'atomo di cui la polarità è più debole. L'atomo composto che ne resulta ha dunque due poli, cioè il negativo dell'atomo più forte e il positivo del più debole, e così esso si trova nelle stesse condizioni ed ha le stesse proprietà dell' atomo semplice e libero. A cagion d'esempio, il cloro s'unisce all'idrogeno col suo polo positivo e all'ossigeno col suo polo negativo. Ogni atomo semplice o composto per la polarità così supposta è dunque costantemente traversato da una corrente che torna alla sua origine per la superficie dell'atomo stesso, il quale è in istato d'equilibrio elettrico poichè le due correnti, cioè quella che lo traversa e quella che lo circonda, sono eguali e in senso contrario. Allorchè gli atomi si avvicinano fra loro e ad una distanza così piccola per risentire l'azione reciproca, ne resultano delle molecole integranti intorno alle quali circolano delle correnti. L' autore con molto ingegno profitta di molti fenomeni che stabiliscono la relazione fra il magnetismo, il diamagnetismo, la conducibilità, ecc., e la costituzione molecolare dei corpi, per dar fondamento alla sua ipotesi e per spiegare con essa le proprietà dei corpi magnetici, l'induzione, ecc., ecc. Anche i fenomeni elettrolitici e lo sviluppo dell'elettricità per azione chimica piegano sotto la stessa ipotesi.

L' autore non dissimula le obiezioni che si potrebbero sollevare contro la sua ipotesi, ma sarebbe già un grandissimo servizio che essa renderebbe alla scienza, se ci procura, come l'illustre autore si ripromette, una serie di ricerche sperimentali dirette a provare qualcuno dei principi su cui si fonda.

SULL'ALCOLE BENZOICO;

TERZA MEMORIA DI S. CANNIZZARO.

Sin dal 1853 annunziando l'esistenza dell'alcole benzoico (1) diedi un cenno di alcuni suoi eteri composti, i quali dimostravano che esso, benchè fosse di una classe diversa da quella, a cui appartenevano gli alcoli sin allora studiati, nondimeno per l'insieme delle sue trasformazioni somigliava tanto agli alcoli $C^nH^{n+2}O^2$, quanto si somigliano tra loro questi ultimi.

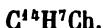
Progredendo nell'esame dei derivati del benzalcole, ho ottenuto risultati, i quali hanno confermato sempre più le analogie che aveva annunziato, e promettono di concorrere a rischiarare l'istoria generale degli alcoli additandoci nuovi mezzi di produrli, e di trasformarne gli uni negli altri i derivati.

Ho esposto parte di questi risultati nelle due memorie pubblicate in questo giornale l'una sull'alcole benzoico (2), l'altra sulle trasformazioni del toluene in benzalcole, ed in acido toluico (3).

Descriverò in questa memoria alcuni eteri composti dei quali sinora non ho dato che alcuni cenni, ed altri due derivati di cui non ho parlato nelle memorie precedenti.

Cloruro di benzetile.

(Sin. Etere Benzidroclorico, Toluene monoclorico)

$C^{14}H^7Ch$.

Il cloruro di benzetile si ottiene o dall'azione del cloro sul toluene, o da quella dell'acido cloridrico sul benzalcole. Ho descritto il modo di ottenerlo per mezzo del toluene in una delle memorie sopracitate. Col benzalcole si prepara facendovi passare una corrente di gas cloridrico secco, sinchè il liquido scaldatosi per la

(1) Cannizzaro (1853) Ann. der Chem. u. Pharm. LXXXVIII. 129. (1854) Ann. der Chem. u. Pharm. XC. 254.

(2) Nuovo Cimento I. 84.

(3) Nuovo Cimento II. 212. — Ann. de Chim. et de Phys. (3.ª S.ᵉ). XLV. 468.

reazione siasi raffreddato. Lasciandolo allora in riposo, si divide in due strati: l'inferiore è una soluzione acquosa satura di acido cloridrico; il superiore contiene il cloruro di benzetile. Si distilla quest'ultimo strato in una rapida corrente di gas cloridrico; si lava il prodotto ottenuto prima con acqua, e poi con una soluzione di carbonato alcalino, si dissecca sul cloruro di calcio fuso e si distilla o sotto la pressione atmosferica, o meglio sotto una pressione inferiore.

Il cloruro di benzetile è un liquido oleoso, scolorito, di un odore irritante. La sua densità è compresa tra 1,113 e 1,117.

Distillato sotto la pressione atmosferica, si decompone in parte sviluppando acido cloridrico, e lasciando per residuo una sostanza resinosa. Ciò mi ha impedito di determinare con esattezza il suo punto di ebollizione. Ho però osservato costantemente, che nella distillazione la temperatura si mantiene per lungo tempo tra 175° e 176°, e che l'inalzamento della temperatura del liquido al di sopra di 176° coincide sempre con un sensibile sviluppo di acido cloridrico. Si attenuano gli effetti di tale decomposizione distillando il cloruro di benzetile nel vuoto.

Sottomesso all'analisi, mi ha dato i seguenti risultati:

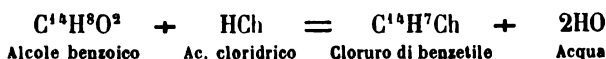
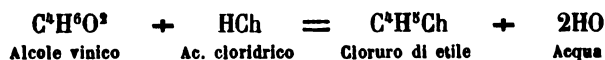
	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª
Materia impiegata	0g,3305	0g,456	0g,392	0g,3615
Acqua prodotta	0g,169	0g,244	0g,204	0g,183
Acido carbonico ottenuto	0g,813	0g,112	0g,946	0g,874

I quali tradotti in centesimi e confrontati coi numeri dedotti dal calcolo della formula danno:

	CALCOLO		ESPERIENZA			
			1.ª	2.ª	3.ª	4.ª
C^{14}	84,00	66,42	67,08	67,04	65,74	66,02
H^7	7,00	5,53	5,67	5,94	5,77	5,67
Ch	35,46	28,05				
	126,46	100,00				

Il gas acido cloridrico agisce dunque sul benzalcole, come fa sull'alcole vinico ed i suoi omologhi. Difatto

$$C^4H^6O^2 + HCh = C^4H^5Ch + 2HO$$
Alcole vinico — Ac. cloridrico — Cloruro di etile — Acqua

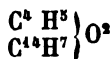
$$C^{14}H^8O^2 + HCh = C^{14}H^7Ch + 2HO$$
Alcole benzoico — Ac. cloridrico — Cloruro di benzetile — Acqua

Ho già fatto notare che il cloruro di benzetile col riscaldamento sviluppa acido cloridrico, e lascia per residuo una sostanza resinosa. Questa dai suoi caratteri pare identica col metabenzeterene $nC^{14}H^6$ (1); e laddove una tale identità venisse confermata da nuove esperienze, la decomposizione sarebbe espressa dall'equazione:

$$C^{14}H^7Ch = C^{14}H^6 + HCh$$
Cloruro di benzetile — Benzeterene — Ac. cloridrico

In tal caso il cloruro di benzetile si comporterebbe come i corrispondenti eteri omologhi dell'etere etilico.

Ossido doppio di etile e di benzetile.

(Sin. Etere etilo-benzetilico)

$$\left.\begin{matrix} C^4\,H^5 \\ C^{14}H^7 \end{matrix}\right\} O^2$$

Il cloruro di benzetile può venire distillato in contatto d'una soluzione acquosa concentratissima di potassa senza che si decomponga sensibilmente; ma se si fa bollire per qualche tempo con una soluzione di potassa nell'alcole in un apparecchio disposto in modo che il liquido distillato possa ricadere nella soluzione alcalina a misura che si condensa, si formerà ben presto un deposito solido di cloruro di potassio e nella soluzione si troverà dell'etere etilo-benzetilico.

Per estrarlo si evapora con un po' di acqua la soluzione alcolica filtrata sinchè siasi divisa in due strati, dei quali l'inferiore è una soluzione concentratissima di potassa alla cui superficie galleggia l'etere misto.

Si distilla raccogliendo ciò che passa a 185°; si dissecca sul cloruro di calcio fuso, e si rettifica. È un liquido scolorito, mobilissimo, più leggiero dell'acqua, nella quale è insolubile. Si mischia

(1) Nuovo Cimento I. 84.

all' alcole ed all' etere; ha un grato odore etereo, e bolle senza decomporsi a 185°.

Sottomesso all'analisi, ha dato i risultati seguenti:

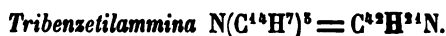
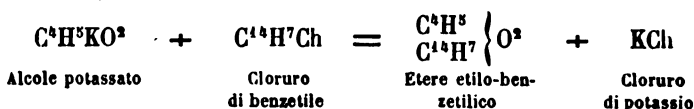
	1.ª	2.ª
Materia impiegata	0g,363	0g,325
Acqua prodotta	0g,292	0g,274
Acido carbonico ottenuto	1g,049	0g,950

Traducendo questi risultati in centesimi, e confrontandoli con quelli dedotti dal calcolo della formula si ha:

	CALCOLO		ESPERIENZA	
			1.ª	2.ª
C^{18}	108	79,41	78,81	79,69
H^{12}	12	8,82	8,92	9,05
O^{2}	16	11,77		
	136	100,00		

La formazione di questo etere misto è rappresentata dall'equazione seguente:

$$\underset{\text{Alcole potassato}}{C^4H^5KO^2} + \underset{\text{Cloruro di benzetile}}{C^{14}H^7Ch} = \underset{\text{Etere etilo-benzetilico}}{\left.\begin{matrix}C^4H^5\\C^{14}H^7\end{matrix}\right\}O^2} + \underset{\text{Cloruro di potassio}}{KCh}$$

Tribenzetilammina $N(C^{14}H^7)^3 = C^{42}H^{21}N$.

Si produce scaldando a bagno-maria in un tubo chiuso una soluzione alcolica d' ammoniaca e di cloruro di benzetile. Facendo passare nel liquido raffreddato una corrente d'ammoniaca, trattando con etere il precipitato che vi si è formato ed evaporando la soluzione eterea si ottiene questo alcaloide in belle lamine splendenti, che si depurano sciogliendole nell' alcole bollente, e facendole cristallizzare per raffreddamento.

È una sostanza bianca cristallizzata in lamine splendenti, poco solubile nell'acqua, e nell'alcole freddo, assai più solubile nell'alcole bollente, solubilissima nell'etere.

La soluzione ha reazione alcalina sulle carte rosse di tornasole. Fonde a 91°,3 in un liquido oleoso scolorito; ad una temperatura

superiore a 360° in parte distilla ed in parte si decompone, sviluppando un odore, che sa ora di benzina, ora di essenza di mandorle amare.

Sottomesso all'analisi mi ha dato i seguenti risultati:

0g,429 di materia hanno prodotto 0g,288 di acqua, e 1g,378 di acido carbonico:

0g,660 di materia hanno dato 21cc. di azoto umido alla temperatura di 21° ed alla pressione di 751mm..

Questi risultati ridotti a 100 parti di sostanza e messi in confronto con quelli calcolati sulla formula, danno:

	CALCOLO			ESPERIENZA
C^{42}	252	87,80	. . . . .	87,60
H^{21}	21	7,32	. . . . .	7,45
N	14	4,88	. . . . .	4,93
	287	100,00		

L'idroclorato di tribenzetilammina è pochissimo solubile nell'acqua a freddo, poco più a caldo, solubilissimo nell'alcole. Dalla soluzione acquosa bollente cristallizza per raffreddamento in aghetti.

Versando una soluzione alcolica concentrata di bicloruro di platino nella soluzione alcolica d' idroclorato di tribenzetilammina si depone il cloroplatinato in aghetti cristallini di colore aranciato.

Per averlo puro basta lavarlo con alcole ed etere; 1g,500 di questo cloroplatinato ha lasciato 0g,3005 di platino: ciò che fa 20,04 $^0/_0$. La formula

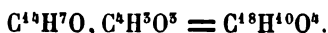
$C^{42}H^{21}N,HCl,PtCl^2$ richiederebbe 20,05 $^0/_0$.

Da ciò che precede si scorge come l'azione del cloruro di benzetile sull'ammoniaca sia analoga a quella di tutti i corrispondenti eteri degli alcoli $C^nH^{n+2}O^2$.

Tenterò di ottenere la monobenzetilammina, e la dibenzetilammina variando le condizioni dell' esperienza. La prima di queste due basi dovrebb'essere identica colla toluidina.

Acetato di benzetile.

(Sin. Etere benzacetico)

$$C^{14}H^7O, C^4H^3O^3 = C^{18}H^{10}O^4.$$

Si prepara questo etere versando un volume di benzalcole sciolto

in egual volume di acido acetico concentratissimo in un miscuglio di due volumi di acido acetico. Il liquido dopo pochi minuti comincia ad intorbidarsi, e si formano poco a poco delle gocciole oleose, che vengono a galleggiare alla superficie. Si raccoglie questo olio, si lava con acqua e con una soluzione di carbonato alcalino, si dissecca sul cloruro di calcio fuso, e si distilla raccogliendo la parte che bolle a 210°. Essa è l'acetato di benzetile.

Può anche prepararsi quest' etere per doppia decomposizione facendo bollire una soluzione alcolica d' acetato di potassa, e di cloruro di benzetile (1).

L'acetato di benzetile è un olio più denso dell'acqua e scolorito, il quale rifrange fortemente la luce, è insolubile nell'acqua e nell'acido acetico, solubile nell'alcole e nell'etere. Il suo odore è soavissimo, e rammenta l'essenza di certe specie di pere. Bolle a 210°.

Mi ha dato all'analisi i risultati seguenti:

	1.ª	2.ª
Materia impiegata	0g,588	0g,436
Acqua prodotta	0g,369	0g,287
Acido carbonico ottenuto	1g,554	1g,155

Traducendo questi risultati in centesimi, e comparandoli con quelli dedotti dalla teoria si ha:

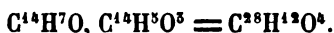
TEORIA			ESPERIENZA	
			1.ª	2.ª
C^{18}	108	72,00	72,07	72,43
H^{10}	10	6,67	6,96	7,31
O^{4}	32	21,33		
	150	100,00		

La potassa in soluzione acquosa dopo lunga ebollizione decompone l' acetato di benzetile dando acetato di potassa ed alcole benzoico. La decomposizione è più pronta e completa colla soluzione alcolica di potassa (2).

(1) Nuovo Cimento II. 213.
(2) Id. 214.

Benzoato di benzetile.

(Sin. Etere benzo-benzoico)

$$C^{14}H^{7}O, C^{14}H^{5}O^{3} = C^{28}H^{12}O^{4}.$$

Il miglior metodo per preparare quest'etere è il seguente. Si mischiano pesi equivalenti di benzalcole e di cloruro di benzoile, e si scalda il miscuglio al bagno-maria; la reazione comincia e si compie al di sotto di 100°. Quando cessa lo sviluppo d'acido idroclorico si lava il prodotto ottenuto più volte con acqua e con una debole soluzione di carbonato di soda, si dissecca nel vuoto, e si pone a cristallizzare raffreddandolo con miscuglio refrigerante. Il prodotto cristallizzato si spreme più volte tra carte suganti in un ambiente freddo.

Il benzoato di benzetile è un corpo solido, bianco, cristallizzato; fonde a circa 22°; la più piccola quantità di materia straniera, che non ne muta sensibilmente la composizione elementare, ne abbassa di molti gradi il punto di fusione. Quando anche è puro resta lungo tempo liquido molti gradi sotto il punto di fusione. Ad una temperatura sopra 340° distilla in piccola quantità, ma la più gran parte si decompone. Si può distillare nel vuoto. Ha un odore appena sensibile a freddo, irritante a caldo.

Mi ha dato all'analisi i risultati seguenti:

	1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
Materia impiegata	0g,721	0g,668	0g,277	0g,291	0g,561
Acqua prodotta	0g,382	0g,360	0g,150	0g,151	0g,288
Acido carbonico ott.	2g,087	1g,943	0g,803	0g,847	1g,622

I quali risultati tradotti in centesimi, e comparati con quelli dedotti dalla teoria ci danno i numeri:

TEORIA			ESPERIENZA				
			1.ª	2.ª	3.ª	4.ª	5.ª
C^{28}	168	79,245	78,945	79,327	79,061	79,381	79,066
H^{12}	12	5,660	5,886	5,988	6,013	5,794	5,704
O^{4}	32	15,095					
	212	100,000					

Il benzoato di benzetile disciolto nella soluzione alcolica d'idrato

di potassa dà dopo pochi istanti benzoato di potassa che cristallizza, ed alcole benzoico che resta disciolto nel liquido. La reazione è in apparenza simile a quella che subisce nelle stesse circostanze l' essenza di mandorle amare; solamente col benzoato di benzetile pare che lo sviluppo di calore sia minore.

Conclusioni e considerazioni generali.

Da ciò che ho esposto in questa memoria e nelle altre precedenti sopracitate si deducono le seguenti conclusioni ed osservazioni generali:

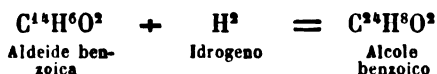
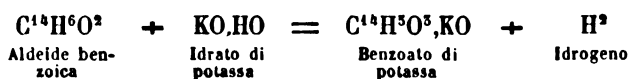
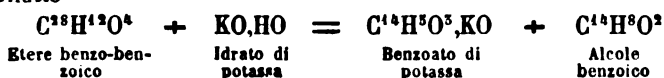
1° L' alcole benzoico si comporta come gli alcoli $C^nH^{n+2}O^2$ trasformandosi per l'ossidazione prima in benzaldeide, quindi in acido benzoico; per l'azione degli eterificanti nel benzetere; per l'azione degli acidi in eteri composti.

2° Il benzeterene $C^{14}H^6$ corrispondente al metilene, all' eterene ecc. subisce nelle stesse condizioni in cui si produce una trasformazione polimerica, probabilmente simile a quella che subisce l'amilene, nelle condizioni nelle quali l'ottenne Cahours (1).

3° Comparando l'azione dell' idrato di potassa sulla benzaldeide e sull'etere benzo-benzoico parerebbe sulle prime, che questi due corpi avendo la medesima composizione elementare, e dando per l'azione dello stesso reattivo con egual prontezza gli stessi prodotti (alcole benzoico, e benzoato di potassa) subiscano la medesima trasformazione. Ma comparando le loro formule dedotte dal loro modo di generarsi, e dalle loro trasformazioni, e dalla densità del vapore si ricava la certezza, che le trasformazioni dell'uno e dell'altro in apparenza simili sieno in fondo differenti. L'etere benzo-benzoico per l'azione dell' idrato di potassa subisce un' unica reazione: si scinde nei due gruppi dei quali vi esistono i residui. L'aldeide benzoica invece in contatto della potassa si divide in due parti, ognuna delle quali subisce una reazione distinta; l'una si muta in benzoato di potassa lasciando liberi due equivalenti d' idrogeno; l' altra fissa quest' idrogeno convertendosi in alcole benzoico per un' azione inversa di quella, che trasforma gli alcoli in aldeidi.

(1) (1839) Ann. de Chim. et de Phys. LXX. 93.

Difatto

$C^{28}H^{12}O^{4}$	+	KO,HO	=	$C^{14}H^{5}O^{3},KO$	+	$C^{14}H^{8}O^{2}$
Etere benzo-benzoico		Idrato di potassa		Benzoato di potassa		Alcole benzoico
$C^{14}H^{6}O^{2}$	+	KO,HO	=	$C^{14}H^{5}O^{3},KO$	+	H^{2}
Aldeide benzoica		Idrato di potassa		Benzoato di potassa		Idrogeno
$C^{14}H^{6}O^{2}$	+	H^{2}	=	$C^{24}H^{8}O^{2}$		
Aldeide benzoica		Idrogeno		Alcole benzoico		

Questo ritorno dell'aldeide all'alcole corrispondente non pare sia un fatto ristretto alla serie benzoica, nella quale fu la prima volta osservato, poichè è stato trovato che l'aldeide cuminica e l'anisica si comportano come la benzaldeide (1) dando gli alcoli corrispondenti.

4° L'idrogeno nascente dalla trasformazione del benzalcole in benzoato di potassa agisce su di una porzione del benzalcole stesso convertendolo in toluene $C^{14}H^{8}$. Questa reazione pare sia comune all'alcole cuminico (2).

Lo studio dunque dell'alcole benzoico ci ha tracciata una nuova via, per passare dagli alcoli agli aceteni, più diretta di quella sinora conosciuta.

5° Questo stesso studio ci ha anche fruttato il primo esempio della trasformazione di un acetene nell'alcole corrispondente. Alla speranza da me manifestata in una delle memorie sopra citate, che questa importante reazione divenisse sorgente di nuovi alcoli, rispose il risultato ottenuto da Hoffman e Cahours, i quali produssero col propilene l' alcole acrilico (3), che anche esso, oltre l' alcole benzoico, cuminico ed anisico, è un nuovo esempio di una nuova classe di alcoli.

6° Studiando anche questa serie benzoica si è offerto il primo esempio di trasformazione di un acetene nell'acido da cui deriva. La trasformazione del toluene in acido toluico può considerarsi come una vera sintesi di quest'acido; ed in vero a questo scopo io tentai l'esperienza.

(1) Nuovo Cimento I. 99 — 143.
(2) Nuov. Cim. 244.
(3) Nuovo Cimento III. 49.

Da più anni Piria, nelle sue pubbliche lezioni di Chimica organica fatte nell'università di Pisa, discutendo la teoria di Mitscherlich sulla costituzione dell'acido benzoico, esponeva quelle idee, che ha pubblicato nel fascicolo precedente di questo stesso giornale (1): da più anni egli spingea i suoi allievi ed i suoi amici alla ricerca dei mezzi di accoppiare l'acido carbonico cogli aceteni. Avendomi egli comunicato i risultati delle sue esperienze intorno la genesi delle aldeidi, i tentativi da lui fatti e quelli che si proponeva di fare per accoppiare l'acido carbonico agli aceteni, mi invitava a rivolgere verso questa mira le mie esperienze. Questi impulsi mi mossero a tentare la trasformazione del toluene in acido toluico.

Queste cose io non dissi nella memoria comunicata all'Istituto di Francia; perchè sperava che il prof. Piria, il quale recandosi a Parigi si era incaricato di far presentare la mia memoria, annunziasse nello stesso tempo le proprie esperienze. Egli però nol fece e si limitò ad annunziarle oralmente ai chimici suoi amici. Ho colto volentieri questa occasione per narrare l'origine di una delle esperienze, che io credo tra le più feconde di quelle, alle quali mi abbia condotto lo studio dell'alcole benzoico.

6° Aggiungendo ai mezzi che già si conoscevano per trasformare i termini di una serie in altri termini o della medesima serie o di altre omologhe, quelli che ci sono stati indicati dallo studio dell'alcole benzoico la Chimica ha già risoluto il seguente problema: « dato un termine di qualsiasi serie produrre tutti i termini non solo della medesima serie, ma di tutte le altre omologhe superiori ed inferiori ». Difatto per mezzo di un acetene si può produrre o l'acido da cui deriva, o l'alcole della serie inferiore. Per mezzo dell'acido si può produrre l'aldeide corrispondente, o col mezzo indicato dal prof. Piria nel fascicolo precedente di questo giornale, o per quello adoperato da Chiozza, cioè convertendo l'acido nel cloruro corrispondente, e questo nell'aldeide per l'azione dell'idruro di rame. Dall'aldeide può rimontarsi all'alcole per l'azione dell'idrogeno nascente, e dall'alcole all'acetene derivato dall'acido della serie superiore. Dall'alcole può venirsi anche all'eterene, dal quale ritornare all'alcole. L'eterene può anche prodursi dalla disossidazione dell'acetone corrispondente all'acido della serie in-

(1) Nuovo Cimento III. 126.

feriore (1). Col progresso della scienza saranno non solo moltiplicate ed accorciate le vie, che conducono dai termini di una serie a quelli delle altre serie omologhe, ma ben anche trovati i mezzi di trasformare i termini di una serie nei termini di altre serie non omologhe. E di già ne abbiamo un esempio nelle trasformazioni del propilene, il quale, grazie ai lavori di Berthelot e De Luca, è nello stesso tempo il generatore della serie propilica, e dell' acrilica; nella prima funzionando da eterene, nella seconda da acetene.

SULLA MANNITE ESTRATTA DAL FRUTTO DEL FICO D'INDIA

(*Cactus Opuntia*); S. De LUCA.

La pianta del fico d' India (*cactus opuntia*) è abbondantissima nella Calabria ed in Sicilia, come pure in moltissimi siti dell'Algeria. I frutti di essa di un sapore aggradevole sono attualmente utilizzati dall'industria per l'estrazione dell'alcole. Le ricerche da noi intraprese fin dal 1852 sul frutto del *cactus opuntia* proveniente dalla Sicilia e dall'Algeria, ci han dato, fra gli altri risultamenti non ancora pubblicati, i seguenti:

1° Il frutto del fico d' India contiene da 11 a 12 per 100 di sostanze zuccherine separabili dall'azione dissolvente dell'alcole.

2° La quantità d'acqua che si contiene nel frutto anzidetto varia dagli 81 agli 83 per 100. Essa è stata determinata disseccando a 100 gradi il frutto spoglio della corteccia in una stufa di Gay-Lussac.

3° Le sostanze insolubili nell'alcole e non volatili a 100 gradi si sono elevate da 5 a 6,5 per 100. Esse si distruggono per mezzo della calcinazione, lasciando un residuo fisso di poco rilievo, il quale oscilla tra 0,005 e 0,01.

(1) Nuovo cimento II. 474. — La trasformazione dell' acetone in propilene è una reazione simile a quella, che muta l'alcole benzoico in toluene, cioè una disossidazione.

4° La corteccia del frutto del fico d'India presenta presso a poco una composizione analoga a quella del frutto propriamente detto, relativamente all'acqua che contiene; ma le sostanze zuccherine non vi esistono che per frazioni, ed al contrario abbondano le sostanze saline fisse e le sostanze distruttibili per mezzo della calcinazione.

5° I prodotti che l'alcole separa dal frutto secco sono di due specie, cioè lo zucchero capace di fermentare co' mezzi ordinarii, ed una sostanza che può ottenersi cristallizzata e che presenta quasi tutti i caratteri della mannite.

Questa sostanza può ottenersi con vari processi, cioè:

1° Il succo ottenuto per la pressione dai frutti del fico d'India concentrato a consistenza sciropposa ed abbondante a se stesso in luogo fresco, deposita dopo alquanti giorni, molti cristalli, in forma di raggi, aggruppati intorno a diversi centri comuni. Questi cristalli diseccati tra carte suganti e leggiermente compressi in esse, sono stati ridisciolti nell'alcole bollente, il quale per raffreddamento li deposita sotto forma di aghi lunghi, bianchi e brillanti.

2° I frutti secchi del fico d'India si possono trattare direttamente coll'alcole bollente, il quale separa tutte le sostanze zuccherine e deposita poscia la mannite col raffreddamento e col riposo. Se il trattamento si facesse coll'alcole freddo, la più grande quantità della mannite resterebbe nella parte insolubile, la quale la cederebbe con facilità all'alcole bollente.

3° Infine facendo fermentare co' mezzi ordinari il succo del frutto del *cactus opuntia*, la parte zuccherina si trasforma in alcole ed in acido carbonico, e le acque madri evaporate danno un residuo in cui si contiene tutta la mannite.

Una tale sostanza cristallizzata, comunque ottenuta dopo le purificazioni necessarie, ha l'aspetto, il sapore, la composizione, le reazioni e la solubilità della mannite. Infatti non ha potere rotatorio, non riduce la soluzione alcalina di tartrato di potassa e di rame, non è alterata dalla potassa, dall'ammoniaca, dalla barite e dall'acido cloridrico; l'acido solforico non l'altera nè l'annerisce a 100 gradi. L'acido nitrico la trasforma in acido ossalico. Esso entra in fusione alla temperatura di 165 gradi del termometro centigrado. La solubilità della detta sostanza nell'alcole ordinario

e nell'alcole assoluto è identica con quella della mannite: ma la sua solubilità nell'acqua si è costantemente trovata un poco più grande di quella che presenta la mannite nelle stesse condizioni di temperatura, ciò che farebbe supporre ad una diversità tra la mannite e la sostanza ottenuta dal frutto del fico d'India. Inoltre questa sostanza non fermenta nelle circostanze ordinarie, ed in ciò si comporta come la mannite. Ma le recenti esperienze di Berthelot mostrano che anche la mannite posta in contatto del carbonato di calce, e di altre sostanze capaci di fermentare come il cacio, ed esposta alla temperatura di 25 a 30 gradi, entra in fermentazione e trasformasi lentamente in alcole ed in acido carbonico.

Infine la sostanza del fico d'India presenta la composizione seguente:

100 parti contengono

carbonio. . . .	39,3
idrogeno. . . .	8,0

100 parti di mannite contengono

carbonio. . . .	39,5
idrogeno. . . .	7,7.

Berthelot ed io abbiamo verificato varie volte le proprietà della sostanza estratta dal frutto del fico d' India confrontandole con quelle della mannite, e ne abbiamo conchiuso la identità delle due sostanze.

In ultimo affermiamo di avere noi in unione del sig. C. Ciotti estratto per la prima volta la mannite del frutto del fico d'India fin dal 1852.

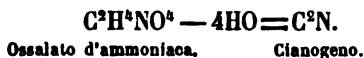
Parigi, 28 maggio 1856.

SOPRA ALCUNE METAMORFOSI DEL CIANOGENO;

C. GIANNELLI.

Il cianogeno viene oggi riguardato dai chimici siccome il nitrile ossalico, cioè a dire come derivante dall'ossalato di ammoniaca per la eliminazione di quattro equivalenti d' acqua. Si ha difatto:

$$C^2H^4NO^4 - 4HO = C^2N.$$

Ossalato d'ammoniaca. **Cianogeno.**

Le reazioni corrispondono a questo modo di vedere; giacchè l'ossalato di ammoniaca col riscaldamento produce del cianogeno, e quando si decompongono certe combinazioni di questo corpo con altre sostanze, o si lascia a se stessa la sua soluzione acquosa, si ottengono fra gli altri prodotti dell'acido ossalico e dell'ammoniaca.

Non sembra però che il cianogeno libero fosse stato sino a qui decomposto nettamente nei due gruppi molecolari dai quali deriva, come è stato fatto per gli altri nitrili.

Per suggerimento del dottore Bertagnini, ho intrapreso nel laboratorio chimico di Pisa alcuni saggi sull'azione che gli acidi esercitano sulle soluzioni del cianogeno, azione che sino qui non era stata esaminata, e che poteva dare origine a prodotti di decomposizione di questo corpo più semplici di quelli, che forniscono gli altri agenti.

Ho preparato il cianogeno riscaldando in palloncini di vetro del cianuro di mercurio puro e disseccato; ho fatto passare il gas nell'acqua distillata, nell'alcole o nell'etere raffreddati nel ghiaccio, fino che le soluzioni non erano sature, e ho adoperato subito dopo le soluzioni così ottenute nei saggi che passo a descrivere.

Mescolando una soluzione acquosa di cianogeno con acido idroclorico concentrato non si osserva alcuna reazione, e lasciando a se il miscuglio anche per molti giorni in vaso ben chiuso non si manifesta alcuna decomposizione apparente, ed il cianogeno rimane inalterato.

Se però si riscalda per alcune ore a **100** gradi in un tubo chiuso alla lampada una porzione della soluzione acida anzidetta, si osserva all'aprire del tubo che ogni odore di cianogeno è scomparso, ed evaporando il liquido a bagno maria si ottiene un residuo bianco cristallino. Questo residuo agitato con etere vi si discioglie in parte, ed evaporando l'etere si ottiene acido ossalico. La materia rimasta indisciolta presenta i caratteri dell'idroclorato di ammoniaca puro.

Una porzione della soluzione acquosa di cianogeno lasciata a se stessa senza l'addizione dell'acido idroclorico si è decomposta rapidamente colorandosi in bruno, e precipitando poi dei fiocchi di acido azulmico. Dopo alcuni giorni l'odore del cianogeno era scomparso interamente, e il liquido aveva l'odore dell'acido idrocianico, e conteneva un poco d'acido ossalico e di ammoniaca.

Una soluzione di cianogeno nell'alcole a **85** per $^0/_0$ assoggettata ad una corrente di acido idroclorico gassoso, allorquando è stata quasi satura di gas, ha lasciato depositare ad un tratto una grande quantità di un precipitato bianco cristallino, che ho riconosciuto essere cloruro d'ammonio puro.

Il liquido separato dal precipitato, e sottomesso alla distillazione ha fornito per residuo dell'acido ossalico.

La quantità di questo acido non era corrispondente alla quantità di cloruro d'ammonio ottenuto; sembra probabile che una parte dell'acido ossalico si sia trasformata nell'atto della reazione in etere ossalico, che sarebbe distillato col liquido acido.

Ad una decomposizione perfettamente corrispondente a quelle ora descritte, va soggetto il cianogeno in soluzione eterea. Se difatti si fa passare dell'acido idroclorico nell'etere acquoso saturo di cianogeno, si deposita quasi immediatamente del cloruro d'ammonio, ed evaporando il liquido si ottiene dell'acido ossalico.

Avendo osservato che la soluzione acquosa di cianogeno contenente acido idroclorico non si era minimamente alterata mentre che la soluzione acquosa neutra si era decomposta rapidamente, sono stato indotto a pensare, che, quando gli acidi non esercitano azione decomponente sul cianogeno possano invece esercitare una azione preservatrice.

Per vedere se ciò si verificasse, ho introdotto in varie bocce smerigliate una soluzione recente di cianogeno, ho aggiunto ai

diversi saggi delle piccole quantità di acido idroclorico, di acido solforico, di acido ossalico, di acido tartarico, di acido acetico, di acido fosforico, ed ho lasciato questi saggi alla luce solare diretta insieme ad una porzione della soluzione di cianogeno, alla quale non aveva aggiunto nessun acido; quest'ultima ha subito prontamente la solita decomposizione colorandosi in bruno, mentre le soluzioni acidulate sono rimaste perfettamente scolorite ed il cianogeno in esse contenuto non sofferse alcuna decomposizione, nonostante che le soluzioni siano rimaste per più di un mese all' azione della luce solare e della temperatura estiva. Gli acidi preservano egualmente dalla decomposizione le soluzioni alcoliche ed eteree di cianogeno.

È noto, ed ho avuto luogo di verificarlo ripetutamente, che gli alcali anche in piccola quantità contribuiscono a rendere più rapida la decomposizione di questo corpo.

Per vedere in qual modo si decompone il cianogeno in presenza dell'acqua, quando viene sottomesso ad una temperatura elevata, ho rinchiuso alla lampada una soluzione di cianogeno in un palloncino a forti pareti, che ho riscaldato per 6 o 7 ore nell'acqua bollente.

Aprendo il vaso l' odore del cianogeno era interamente scomparso, mentre che il liquido si conservava ancora trasparente e scolorito; esso possedeva l' odore dell' acido idrocianico, e sottomesso alla distillazione forniva un liquido che conteneva del carbonato di ammoniaca e forte proporzione di acido idrocianico. Evaporando il liquido che rimaneva nella storta, dopo che la metà circa della soluzione primitiva era distillata, non ho ottenuto alcun residuo apprezzabile.

Sembra dunque che il cianogeno agisca sull'acqua alla temperatura di 100° in un modo analogo a quello nel quale, il cloro agisce sull'acqua alla temperatura ordinaria sotto l' influenza dei raggi solari. Si sa difatti per le osservazioni di Millon, che il cloro in queste condizioni si combina ai due elementi dell' acqua formando acido idroclorico, ed acido ipocloroso. Il cianogeno formerebbe in simil modo acido idrocianico ed acido cianico, il quale non potendo sussistere si decomporrebbe, come sempre fa in contatto dell'acqua, in acido carbonico ed in ammoniaca, unici prodotti che accompagnano l'acido idrocianico nella reazione sopra riferita.

Riflettendo che il paracianogeno ha una relazione così intima col cianogeno, del quale è polimero, ho tentato di decomporlo coi mezzi stessi coi quali così facilmente aveva decomposto il cianogeno. Esporrò brevemente i saggi eseguiti, non ostante che sino a qui non sia riuscito nell'intento.

Per ottenere il paracianogeno puro ho profittato dei residui delle varie preparazioni di cianogeno, che erano state effettuate con cianuro di mercurio puro e disseccato. Ho separato i detti residui dal mercurio metallico, e li ho lavati con acqua distillata fino che il liquido di lavatura non cessava di colorarsi in nero coll'idrogeno solforato, e ciò per eliminare ogni traccia di cianuro, che avrebbe potuto rimanere indecomposto.

Riscaldando per 10 ore a 100° il paracianogeno rinchiuso in un tubo con acido idroclorico concentrato, non ho osservato indizi di decomposizione.

Riscaldando per 5 ore il paracianogeno con acido idroclorico alla temperatura di 150°, ed evaporando l'acido, ho ottenuto per residuo una piccola quantità di materia bianca, che non pareva contenere acido ossalico, ma che non ho potuto ulteriormente esaminare.

Sottomettendo il paracianogeno all'azione di una soluzione bollente di potassa a 45° B., esso sviluppa ammoniaca in quantità abbondante, e continuando il riscaldamento cominciano a svilupparsi bollicine d'idrogeno, e la massa bruna diviene perfettamente bianca.

Neutralizzando la potassa con acido solforico in leggero eccesso, evaporando il liquido a secchezza e trattandolo con alcole, non ho ottenuto disciolto alcun prodotto organico.

Probabilmente in questa reazione il paracianogeno si scinde in ammoniaca ed in acido ossalico, il quale per un'azione troppo prolungata della potassa viene trasformato in acido carbonico.

Dalle esperienze riferite può dedursi:

1° Che il cianogeno si scinde per l'azione dell'acido idroclorico, col concorso dell'acqua, in acido ossalico ed ammoniaca senza formazione di prodotti accessori.

2° Che gli acidi diluiti preservano le soluzioni di cianogeno dalla decomposizione, che esse subiscono quando sono lasciate a loro stesse.

3° Che il cianogeno decompone l'acqua a 100° formando acido idrocianico ed acido cianico, il quale si riconosce dai gruppi costitutivi, acido carbonico ed ammoniaca.

4° Che finalmente il paracianogeno non sembra scindersi per l'azione dell'acido idroclorico in modo analogo al cianogeno.

EFFETTI DELL'ESSENZA DI MIRBANE (*nitrobenzina*) E DELLA BENZINA SULL'ECONOMIA ANIMALE;

ESPERIENZE DI O. BACCHETTI.

Uno dei prodotti chimici che oggi va acquistando nel commercio una grande importanza è senza dubbio la nitrobenzina ($C^{12}H^{5}NO^{4}$), la quale sebbene scoperta fino dal 1834 da Mitscherlich comparve per la prima volta, sotto il nome di essenza di mirbane o essenza artificiale di mandorle amare, fra i prodotti industriali all'esposizione universale di Londra nel 1851 (1). È noto che questa sostanza ha per carattere distintivo un odore aromatico penetrante, tanto analogo a quello di mandorle amare da potersi con esso facilmente confondere. Questa somiglianza d'odore suggerì naturalmente l'idea di sostituire la detta essenza, che si può ottenere a basso prezzo, trattando con acido nitrico i liquidi più volatili della distillazione del carbon fossile, all'essenza di mandorle amare che generalmente è assai più costosa. Perciò prima i profumieri, poi i pasticcieri furono solleciti ad applicarla alla loro industria.

(1) Dal 1851 in poi, l'essenza di mirbano si fabbrica in grande in vari paesi e specialmente in Francia. Negli ultimi mesi dell'anno scorso (1855) Larocque a Parigi fabbricava circa 400 chilogrammi il mese d'essenza di mirbane. Collas pare ne producesse quantità anche maggiori, ma poichè non bastava alle richieste, si trattava fin d'allora di stabilire altre fabbriche di nitrobenzina in altre città della Francia.

Finchè però l'essenza di mirbane fu adoprata per aromatizzare pomate, olii, saponi ecc., non aveva suscitato verun timore sulla sua applicazione, ma da che fu usata nella confezione di alcuni commestibili, nacque il dubbio che potesse essere non del tutto innocua all'economia animale. Questo dubbio mi valse come motivo ad istituire alcuni esperimenti onde tentare di schiarirlo. A quest'oggetto io sottoposi all'azione dell'essenza di mirbane alcuni animali di varia specie, adoperai questa sostanza a dosi e in modi differenti, ed ottenni i resultati qui appresso.

Esp 1.° Sul dorso di un cane mediante una semplice incisione fu introdotta nel cellulare sottocutaneo l'essenza di mirbane alla dose di quattro grammi. L'animale dopo mezz'ora vomitò delle materie cibarie, ebbe una copiosa evacuazione di orina che tramandava distintamente l'odore proprio della suddetta essenza. Presentò per alcune ore segni di notabile indebolimento nelle estremità posteriori. Dopo 12 ore all'incirca si dissiparono interamente tutti gli sconcerti che potevano riferirsi all'azione della sostanza adoperata.

Esp. 2.° Un altro cane fu sottoposto nella stessa guisa all'azione di sette grammi di essenza di mirbane introdotta nel cellulare sottocutaneo del dorso. Si manifestarono dopo circa venti minuti i sintomi notati nel primo, ma l'indebolimento delle estremità posteriori fu più deciso, e sotto forma di semiparalisi. L'animale però sopravvisse e dopo circa 16 ore ritornò nello stato normale.

Esp. 3.° Ad un coniglio fu introdotto nel cellulare sottocutaneo del dorso un grammo di essenza di mirbane. Dopo 15 minuti si mostrò la paralisi delle estremità posteriori con tremore generale delle membra. Questi sintomi però si dissiparono interamente dopo 6 ore e l'animale non provò più verun altro sconcerto.

Esp. 4.° Ad un secondo coniglio fu fatto ingerire un grammo della stessa essenza. Comparve la paralisi delle estremità posteriori dopo mezz'ora col solito tremore delle membra. Continuarono questi sintomi per alcune ore, finchè l'animale a poco a poco ritornò sano.

Esp. 5.° Un terzo coniglio fu parimenti sottoposto all'azione di due grammi di essenza di mirbane introdotto nel cellulare sottocutaneo del dorso. Dopo 10 minuti l'animale si moveva a stento

per la stanza, cadendo ora da un lato ora dall'altro, finchè dopo un quarto d'ora si mostrava interamente paralizzato nelle estremità posteriori. La paralisi manifestavasi in seguito anche nelle estremità anteriori. Sopravvenivano l'assopimento, il tremore generale delle membra, il rallentamento distinto dei moti respiratori, e la morte dopo 6 ore dal principio dell'esperimento.

Esp. 6.° Ad un quarto coniglio fu fatta ingerire l'essenza di mirbane alla dose di due grammi. Dopo 20 minuti si palesarono i medesimi sintomi che nell'antecedente, ma in particolar modo la paralisi distinta delle estremità posteriori. La vita si estingueva lentamente e gradatamente dopo 8 ore.

Esp. 7.° Un coniglio sottoposto per un'ora all'inalazione dell'essenza di mirbane non presentò veruno sconcerto nelle sue funzioni, eccettochè nella respirazione, la quale divenne un poco più laboriosa.

Esp. 8.° Alcuni uccelli, tanto per l'ingestione, quanto per l'introduzione sottocutanea di poche gocce (da 8 a 12) di essenza di mirbane, rimasero dopo pochi minuti, paralizzati prima nelle gambe, poi nelle ali, e morirono dopo tre o quattro ore.

Esp. 9.° Altri uccelli sottoposti all'inalazione per circa mezz'ora della medesima essenza non ne risentirono veruno sconcerto.

Esp. 10.° Alcune rane e lucertole non solamente per l'applicazione sottocutanea o per l'ingestione di poche gocce (2 a 4) di essenza di mirbane, ma anche per breve inalazione della medesima rimasero rapidamente paralizzate e perirono nell'intervallo di 10 a 20 minuti.

Riflettendo ora che l'essenza di mirbane da me adoperata (1) era ottenuta da liquidi che oltre la benzina ($C^{12}H^{6}$) contenevano altri carburi d'idrogeno, e che perciò potevano in detta essenza esistere in maggiore o minor quantità i loro derivati nitrici, i

(1) Debbo avvertire che l'essenza di mirbane da me adoperata proveniva dalla fabbrica di Collas di Parigi ed era ottenuta col metodo sopra accennato. Ho creduto opportuno di dir questo, perchè oggi si sa che la nitrobenzina è stata ottenuta anche trattando coll'acido nitrico l'olio di nafta (Wagner), e potrebbe per ciò possedere proprietà diversa. La nitrobenzina pura, come pure la benzina pura, furono preparate nel Laboratorio Chimico di Pisa.

quali forse avrebbero potuto compartire all'essenza di mirbane qualità differenti da quelle che ha la nitrobenzina che n'è il costituente principale, così credetti opportuno di fare qualche esperimento comparativo sugli animali colla nitrobenzina pura. I resultati da me ottenuti furono pressochè identici a quelli notati coll'essenza di mirbane, e solamente ebbi luogo di avvertire una leggiera differenza nella celerità maggiore colla quale si manifestano i sintomi tossici colla nitrobenzina pura, anzichè colla predetta essenza.

Dopo avere verificato la somiglianza d'azione fra queste due sostanze fui condotto ad istituire alcuni altri esperimenti sugli animali colla benzina, onde ricercare fino a qual punto i rapporti di derivazione chimica, che esistono fra la stessa benzina e la nitrobenzina, si estendano ancora alla loro azione fisiologica sull'economia animale. Eccone i resultati.

Esp. 1.° Un coniglio, sul cui dorso fu introdotta sotto la cute la benzina alla dose di due grammi, non mostrò di risentirne verun effetto ad eccezione di un leggiero assopimento che ben presto si dissipò.

Esp. 2.° Un secondo coniglio, al quale fu fatta ingerire la dose di due grammi di benzina, dopo mezz'ora manifestò tremore generale delle membra, e cadde paralizzato. Dopo un'ora il tremore e la paralisi si dileguarono interamente, e l'animale ritornò nello stato normale.

Esp. 3.° Un terzo coniglio, a cui fu fatta ingerire la benzina alla dose di 10 grammi, cadde dopo 5 minuti in assopimento, e morì dopo un quarto d'ora.

Esp. 4.° Un quarto coniglio sottoposto all'inalazione della benzina dopo 10 minuti secondi mandava forti strida, e presentava violente scosse convulse; poi cadeva in uno stato di completa anestesia, la quale dopo tre minuti cessava, e l'animale ritornava a muoversi liberamente.

Esp. 5.° Alcuni uccelli, sottoposti all'azione di poche gocce (da 10 a 12) di benzina per introduzione sotto la cute, o per ingestione, rimasero temporariamente paralizzati.

Esp. 6.° Altri uccelli per l'inalazione della benzina caddero rapidamente in anestesia, presentando però dei movimenti convulsi.

Esp. 7.° Alcune rane e lucertole tanto per applicazione sotto la

pelle quanto per ingestione e per inalazione risentirono gli effetti deleteri della benzina a piccolissima dose (da 2 a 5 gocce).

Debbo avvertire che i suddetti esperimenti furono da me più volte ripetuti, non solamente facendo uso della benzina commerciale, ma ancora della benzina pura, ed i resultati ottenuti non mi sembrò che presentassero notabili differenze. Dal complesso dei surriferiti esperimenti mi pare che si possano trarre le seguenti conclusioni:

1.° Che l'essenza di mirbane sebbene non sia riescita venefica alla dose di 7 grammi nei cani, ha mostrato però di essere un veleno assai energico, anche a piccola dose nei conigli, negli uccelli, nelle rane e nelle lucertole.

2.° Che l'essenza di mirbane per inalazione non agisce come anestesica, almeno nei conigli e negli uccelli.

3.° Che la benzina per ingestione e per applicazione esterna a piccola dose, non produce che deboli effetti e passeggeri, ma a dose elevata (10 grammi), ha prodotto nei conigli la morte.

4.° Che la benzina per inalazione produce rapidamente l'anestesia accompagnata però da violenti scosse convulse.

5° Che l'essenza di mirbane e la nitrobenzina pura, la benzina commerciale e la benzina pura producono respettivamente effetti sugli animali che non differiscono notabilmente fra loro.

Ora può dirsi che se l'essenza di mirbane nella sua applicazione all'industria, per la proprietà che possiede di comunicare l'odore di mandorle amare con piccola dose ad una gran massa di materia, non potrà considerarsi come una sostanza assolutamente nociva alla salute umana, non potrebbe però consigliarsene l'uso senza cautele nella preparazione delle sostanze alimentari. In quanto poi all'azione della benzina sull'economia animale resterebbero confermati molti dei resultati ottenuti da Reynal (1), ed il fatto notato da Snow dei tremori convulsi che sogliono accompagnare l'anestesia procurata col mezzo di questa sostanza.

(1) V. Gaz. Med. Italiana. — Toscana, 6 giugno 1854.

SULL'ESSENZA DI GAROFANI;

LETTERA DEL PROF. L. CHIOZZA A R. PIRIA.

Ho l'onore di comunicarle un piccolo lavoro sull' essenza di garofani, che fu eseguito nel nostro laboratorio della cassa d'incoraggiamento dal signor Carlo Calvi.

L'essenza di garofani, o del pimmento della Giamaica, fu l'oggetto di parecchi studi di Bonastre-Ettling, Bœckmann e Dumas. Risulta dai lavori di questi chimici che l'essenza di garofani consiste in una miscela di due sostanze, di cui l'una non ossigenata presenta la composizione dell'essenza di terebentina, mentre l'altra contiene dell'ossigeno ed è suscettibile di combinarsi colle basi.

Le analisi del principio ossigenato, al quale si è dato il nome di acido eugenico, eseguite da Dumas, Ettling e Bœckmann non sono però tra loro abbastanza concordanti per poterne dedurre una formula. È stato per riempire questa lacuna e per cercare quale fra questi risultati meriti la maggior confidenza che ho ripetuta l'analisi dell'acido eugenico.

I risultati di diverse analisi mi hanno condotto ad adottare per quest' acido la formula proposta da Gerhardt, e se questi risultati non si accordano intieramente colle cifre dedotte dalla formula, bisogna attribuirne la differenza alla facile resinificazione della sostanza.

L'acido che ho sottoposto all'analisi è stato ottenuto trattando l'essenza di garofani con una soluzione di potassa caustica, facendo bollire la soluzione del sale e decomponendola coll'acido idroclorico, quando mediante l'ebollizione tutto l'olio neutro si trovava eliminato.

I.	$0^{gr.}315$	della	sostanza	$0^{gr.}840$	di ac.	carbon. e	$0^{gr.}208$	di acq.
II.	0 , 331	»	»	0 , 839	»	»	0 , 219	»
III.	0 , 315	»	»	0 , 840	»	»	0 , 208	»
IV.	0 , 352	»	»	0 , 930	»	»	0 , 233	»
V.	0 , 317	»	»	0 , 846	»	»	0 , 209	»

ossia in 100 parti:

	I.	II.	III.	IV.	V.	$C^{20}H^{12}O^{4}$
C.	72,7 ...	72,4 ...	72,7 ...	72,7 ...	72,6...	73,1
H.	7,0 ...	7,0 ...	7,0 ...	7,3 ...	7,3...	7,3

La determinazione dell' equivalente dell' acido eugenico mi ha egualmente condotto alla formola $C^{20}H^{12}O^{4}$ proposta da Gerhardt; ma disgraziatamente non abbiamo potuto verificare quell'equivalente coll'analisi di molti sali, poichè le combinazioni dell'acido eugenico si ottengono difficilmente allo stato di perfetta neutralità. Così la soluzione del sale di potassa sottoposta all' ebollizione perde una porzione dell'acido, e questa perdita continua col bollire della soluzione fino a tanto che il sale si altera in modo, che la cristallizzazione ne riesce quasi impossibile. Per questa ragione la composizione del sale di potassa non può servire di base alla determinazione dell' equivalente dell' acido. L' analisi del sale di potassa, che si ottiene il più frequentemente, mi diede il 12 °/₀ di potassa, risultato che sarebbe conforme colla composizione che Dumas attribuisce a questo sale.

L'eugenato di barite, presenta maggiore stabilità e cristallizza facilmente nell'alcole senza perdita di acido. Sottoposto all'analisi mi ha dato il 32,7 °/₀ di barite. Quantità che corrisponde esattamente alla formola proposta da Gerhardt.

Le diverse altre combinazioni dell' acido eugenico cogli ossidi metallici, presentano come il sale di potassa una composizione assai poco costante. Il sale d'argento si riduce assai facilmente, e perciò non lo ho potuto ottenere allo stato di purezza. Confidava nella determinazione della densità del vapore per poter stabilire con qualche certezza il peso della molecola dell' acido eugenico; ma la sua facile alterazione ad una temperatura elevata non mi permette di trarre conoscenza alcuna dai miei risultati, che del resto si accordano con quelli precedentemente ottenuti da Dumas.

Ecco i dettagli di tre esperienze:

	I.	II.	III.
Temperatura della bilancia	22°	22	27
Pressione barometrica	751 ...	753 ...	755

Peso del pallone coll'aria	73gr.888	71,650	65,042
Temperatura del bagno	268°	270°	270°
Peso del pallone col vapore	74,033	72,708	66,750
Capacità del pallone	331,5cc	340cc	228cc
Peso del vapore	1,045	1,058	0,728
Densità	6,6	6,6	6,4

La formola $C^{20}H^{12}O^{4}$ esige. . . 5,66.

Lo studio delle metamorfosi dell'acido eugenico non mi ha fornito maggiori lumi sulla costituzione di questa sostanza.

Il fatto più interessante che ho osservato, è il modo nel quale esso si comporta ad una temperatura elevata a contatto della barite anidra. Versando l' acido eugenico in questa base la temperatura della miscela s' innalza considerevolmente, e mediante la distillazione si ottiene un olio neutro, che presenta ancora la composizione dell'acido, ma che non è più suscettibile di combinarsi colle basi.

Quest'olio è perfettamente limpido e senza colore, bolle a 246° ed il suo odore è intieramente diverso da quello dell' essenza di garofani. Sottoposto all'analisi ha dato i risultati seguenti:

0gr,314 della sostanza hanno prodotto 0gr,846 di acido carbonico e 0gr,227 di acqua,

ossia in 100 parti

		Calcolo
C	73,4	73,1
H	8,0	7,3

La determinazione della densità del vapore di questa sostanza mi ha condotto ad un risultato analogo a quello ottenuto coll'acido eugenico.

Temperatura della bilancia	12°
Peso del pallone coll'aria	29gr,029
Temperatura del bagno	265°
Peso del pallone col vapore	29gr,695
Capacità del pallone	175cc
Pressione barometrica	755mm

Peso del vapore 0,666
Densità. 6,2

Risulta dunque da queste esperienze che sotto l'influenza della barite l'acido eugenico subisce una metameria e perde la facoltà di combinarsi colle basi.

Ho tentato l'eterificazione dell'acido eugenico distillandolo mescolato con alcole e saturato di acido idroclorico; ma anche dopo ripetute distillazioni l'acido non avea subito nessun cangiamento.

L'azione degli agenti ossidanti sopra l'acido eugenico sembra dar luogo a dei prodotti numerosi. Col perossido di manganese e l'acido solforico si ottiene, oltre a diversi prodotti che non ho esaminati, un liquido di un odore penetrante. Il cromato di potassa e l'acido solforico danno gli stessi prodotti. La potassa in fusione resinifica l' acido eugenico. Il percloruro di fosforo lo trasforma con svolgimento di acido idroclorico in una massa di aspetto vitreo poco solubile nell'alcole e nell'etere. Questa materia esposta a contatto dell' aria umida, prende un bel color verde che poco a poco passa al violetto. A contatto dell' acqua rigenera l' acido eugenico.

Milano, 20 giugno 1856.

DARDIFIAMMA AD EFFETTO CONTINUO; S. DE LUCA.

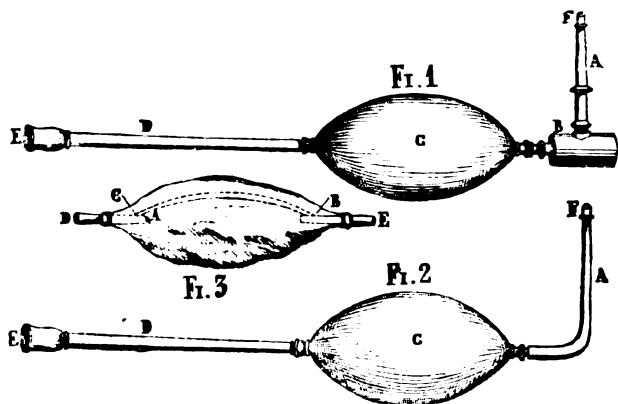
Il dardifiamma ordinario o cannello ferruminatorio, *chalumeau* de'Francesi, *blow-pipe* degli Inglesi, consiste o in un tubo piegato ad angolo retto terminato da una piccola apertura, ovvero si compone di molti pezzi che possono separarsi; cioè di un tubo conico allungato, la cui parte più larga è destinata ad essere adattata nella bocca o contro le labbra, e la cui parte stretta comunica con un recipiente cilindrico che nello stesso tempo fa l'ufficio di recipiente di aria e di condensatore dell'umidità; sopra uno de'lati di questo

cilindro si aggiusta a fregamento e ad angolo retto un tubo conico, che porta alla parte estrema una punta di platino fornita di un foro più o meno grande.

Col dardifiamma ordinario è indispensabile abituarsi a produrre un getto continuo e regolare, spingendo l'aria contenuta nella bocca con la sola azione de'muscoli delle guance, senza fare alcuno sforzo dalla parte del petto: per rinnovare quest'aria nella bocca bisogna aspirare successivamente per mezzo del naso, ciò che un poco di abitudine rende facile; ma ciò non è dato a tutti di fare senza inconveniente, e riesce difficile se non impossibile anche alle persone ben costituite quando l'operazione deve prolungarsi.

Per rendere praticabile ad ognuno questo strumento, al quale l'analisi chimica deve de' grandi vantaggi, si è cercato disporlo in modo ad ottenere la corrente di aria continua, senza esigere dall'operatore uno sforzo speciale od uno studio prolungato. A tale effetto, s' interpone tra il gran tubo conico ed il recipiente cilindrico una bolla (vescica) di gomma elastica vulcanizzata, fornita nell' interno di una valvola, che si chiude da dentro in fuori, e si apre in senso contrario, e ch' è situata dalla parte del gran tubo conico per dove arriva l'aria trasmessa dalla bocca. Questa valvola che permette l'entrata dell'aria, ne impedisce l'uscita dal tubo adduttore; l'aria compressa nello stesso tempo dal soffio e dalla bolla di gomma elastica che tende a riprendere il suo primitivo volume, esce regolarmente a forma di dardo ed in modo continuo dalla punta estrema del dardifiamma, senza aver bisogno di soffiare continuamente come praticasi col cannello in uso.

È facile dunque con l'aiuto di questo artificio, intrattenere il dardo del dardifiamma durante delle ore intere, senza stancarsi e senza opporre il minimo ostacolo alla continuazione normale della respirazione.

Con la modificazione proposta, il recipiente cilindrico del dardifiamma ordinario cessa di essere indispensabile: infatti esso è rimpiazzato con molto vantaggio dalla bolla di gomma elastica che ritiene l'aria e condensa l'umidità, e che permette di rendere la costruzione di quest'apparecchio più economica:

La figura 1 rappresenta un dardifiamma fornito del recipiente cilindrico. La figura 2 manca di questo recipiente, e la figura 3 indica la bolla di gomma elastica fornita di due tubi D e E riuniti nell' interno, da una sottile sbarra metallica per tenerli in direzione; la valvola trovasi fissata all'estremità del tubo D indicata dalla lettera A.

Questo dardifiamma costruito nel modo indicato dalle tre figure è stato presentato all'Accademia delle scienze di Parigi dal professore Balard, ed alla società d' incoraggiamento di quella città da Chevallier. Dopo le pubblicazioni fattene in Francia, in Germania pria di tutto e poi in America ed in Inghilterra si è cominciato a far uso del detto apparecchio, a cui l'autore posteriormente ha fatto subire qualche modificazione. — Così p. e. invece de' due piccoli tubi D ed E (fig. 3) riuniti da un' asta metallica C B, v' è nel nuovo apparecchio un sol tubo cilindrico, pieno nella parte media, con un buco laterale nel punto A dove dev'essere fissata la valvola, la quale consiste in un pezzetto di pelle da guanto fatta combaciare imperfettamente sul detto buco legandolo con un filo, e con un altro buco nella parte B che permette l'uscita dell' aria introdotta nella bolla elastica.

Con simili elementi è facile costruire per proprio uso ed economicamente un dardifiamma. Infatti, un tubo di vetro terminato in uno de'suoi estremi con un bordo circolare servirà di tubo adduttore. All'estremità del tubo si adatta e si lega un

pezzetto di pelle da guanti, facente ufficio di valvola. Questo tubo così preparato s'introduce nella bolla di gomma elastica, alla quale si adatta pure nella parte opposta un tubo di vetro o metallico terminato da una piccola apertura, per dove l'aria esce e si dirige sulla fiamma di una candela. Si comprende benissimo che la distanza tra la fiamma della candela e la vescica elastica si può aumentare a volontà facendo uso di un tubo di gomma elastica, interposto tra il tubo affilato e la vescica anzidetta.

In Francia l'uso di questo cannello è meno diffuso, di quello che lo è in Germania, in America ed in Inghilterra, per la ragione che in questi ultimi paesi le vesciche di gomma elastica si vulcanizzano in modo più perfetto, e divengono estremamente elastiche e facili a gonfiarsi. Per contrario in Francia le dette vesciche si gonfiano con difficoltà e col tempo s' induriscono. In parte si evitano simili inconvenienti, servendosi pel detto cannello delle così dette *pelotes à temponnement*, delle quali si fa uso in chirurgia, ed il cui gonfiamento si opera con facilità. Esse hanno la forma quasi sferica e sono terminate da un tubo: se a questo si adatta un turacciolo di sughero fornito di due buchi, in uno de'quali si aggiusta il tubo portante la valvola, e nell'altro un semplice tubo di vetro comunicante col tubo affilato e fornito di una piccola apertura estrema, si avrà un apparecchio che realizza con facilità tutte le operazioni che si eseguiscono col cannello.

AVVERTENZE SULLA FORMULA CHE SERVE A DETERMINARE LE ALTEZZE PER MEZZO DEL BAROMETRO; DI F. CARLINI (1).

Il fine principale che si ebbe in vista colla costruzione di un barometro campione, era quello di offrire ai viaggiatori che attendono alle livellazioni barometriche il modo di ottenere l' esatta

(1) Questo scritto fa parte d'una Memoria, letta dall'A. nel seno dell' Istituto Lombardo di scienze, lettere ed arti, sopra un barometro campione esistente in quel gabinetto tecnologico, e inserita nei fascicoli 43 e 44 del Giornale dell'Istituto medesimo.

rettificazione dei loro stromenti, per la mancanza della quale si pubblicano talvolta dei risultamenti affatto lontani dal vero. Ed è appunto per un tal difetto che si è trovato chi sosteneva che il Mar Caspio era più elevato che l'Eusino (1), ed il Monte Rosa più che il Monte Bianco (2). Sono soprattutto sospette quelle livellazioni che si vogliono ottenere con un solo barometro, di cui si paragona l'altezza colla media che si suppone aver luogo al livello del mare. Con due barometri invece diligentemente paragonati fra loro, uno fisso e l'altro portatile, col quale si faccia una serie di osservazioni accortamente concatenate, si può ottenere in breve tempo e con notabile esattezza la livellazione d'un gruppo di montagne o d'una lunga linea di strade.

Il collega nostro prof. Borgnis può far testimonio della facilità colla quale nel corso di soli tre giorni si eseguì da noi nell'anno **1841** la livellazione della strada da Brescia a Verona passando per Desenzano e Peschiera; sull'appoggio della quale ci siamo arrischiati a proporre una nuova linea, diversa da quella tracciata dall'ingegnere Milani, per unire con una strada ferrata quelle due città. Il nostro progetto essendo sembrato all'I. R. Direzione delle strade ferrate più plausibile dell'altro, fece essa eseguire i necessari lavori di livellazione, e trovò coi punti da noi prossimamente determinati un accordo assai soddisfacente.

Le formule analitiche mediante le quali, date le osservazioni barometriche e termometriche fatte in due diverse stazioni, si determina la differenza di livello parevano, mercè gli studi di sommi fisici e matematici, ridotte alla massima perfezione, eppure qualche punto rimaneva che venne dilucidato solo in questi ultimi tempi.

Essendo note a tutti le recenti determinazioni fatte da Regnault dell'elasticità del vapore e delle densità dell'aria e del mercurio, non che le rettificazioni che sonosi trovate necessarie nei coefficienti di dilatazione di questi due fluidi, mi restringerò a parlare: primo, dell'influenza che ha sulla formula di cui si tratta la diversa forza di gravità corrispondente alla latitudine geografica; secondo, del modo di computare la pressione della

(1) Ved. il Giornale dell'Istituto Lomb. Tav. V, fascicoli 25-26, pag. 30.
(2) *Corresp. astr. par le Bar. de Zach.* Vol. III. pag. 283.

colonna d'aria che si considera come contenuta in un tubo comunicante e facente equilibrio alla colonna di mercurio; terzo, dell'ora, della giornata che pretendono alcuni doversi scegliere ad esclusione delle altre nella determinazione delle differenze di livello per mezzo del barometro.

La relazione fra l'altezza della colonna di mercurio nella canna barometrica e la pressione dell'atmosfera che in essa canna lo tiene sospeso, si deduce dalla legge dell'equilibrio di due fluidi in tubi comunicanti, giusta la quale le pressioni totali dell'uno e dell'altro, decomposte nella direzione in cui opera la gravità, devono essere fra loro eguali; e su di ciò non può aver luogo alcun equivoco.

Ma la forza di gravità può variare in tre modi: primo, col trasportare l'istrumento, senza che varii la sua altezza, in una latitudine geografica differente; secondo, col trasportarlo a diversa distanza dal centro della terra, tenendolo sulla medesima verticale; terzo, variando la sua posizione tanto in un verso che nell'altro. L'azione poi di questa forza si esercita: primo sul peso della colonna barometrica; secondo sul peso della colonna d'aria che le fa equilibrio; terzo sulla densità dell'aria medesima.

Su questi principi si fondano le formule e le tavole ipsometriche adoperate comunemente, le quali tutte derivano, variati solo alcuni dati numerici, dall'analisi che ne ha dato il celebre Laplace nel tomo IV della sua *Meccanica celeste*. Questa analisi però, per essere assai succinta, lascia desiderar molto dal lato della chiarezza. Infatti mi pare, prima di tutto, ch'egli non avrebbe dovuto ommettere di avvertire che la sua soluzione era limitata al caso che le due stazioni siano nella stessa verticale, il che rare volte si verifica in pratica; inoltre, sebbene sia facile il vedere che l'azione della gravità in quanto influisce sul peso delle colonne dei fluidi comunicanti, essendo comune ad entrambe, deve svanire dal calcolo, era necessario avvertire che le pressioni le quali si fanno equilibrio non lasciano di essere realmente diverse a diverse latitudini. L'autore, in vista di tal considerazione, non disse già che le pressioni sono proporzionali alle altezze del barometro; disse solo che sono determinate dalle medesime altezze. Ma non tutti saranno in grado d'intendere sulle prime la forza di questa studiata espressione. Quindi avvenne che il Rohde, valente matema-

tico Prussiano, in una sua Memoria pubblicata nel 1806 (1) fu condotto a dire che: *le grand doute roule sur l'impossibilité d'un facteur quelconque, tel que* $1 + 0{,}002845 \cos 2\psi$ *relativement à la mesure des hauteurs par le baromètre.* Ed il nostro fisico Racagni (2), che ebbe notizia di questo scritto per l'estratto datone nella Corrispondenza tedesca del Bar. di Zach (3), confessa di non aver bene intesa la risposta che a questa opposizione fa l'estensore dell'articolo, e che non si è data gran pena per intenderla, riservandosi a ritornare sopra quell' argomento quando potesse avere sotto gli occhi la dissertazione originale.

Rispetto all' azione della gravità sulla densità dell' aria, che è quella che entra a modificare la formula delle livellazioni barometriche, Laplace, senza dare alcuna dimostrazione, si limita ad asserire che il coefficiente numerico dato da Ramond non è esatto che sotto il parallelo medio, e che varia colla latitudine geografica e reciprocamente come la gravità; e soggiunge la forma del binomio pel quale il coefficiente stesso debb'essere moltiplicato. Ora sarebbe stato desiderabile che per porre il problema nel suo vero aspetto, dopo aver fatto vedere il motivo pel quale le due prime azioni della gravità si elidono nella formula, avesse mostrato che questa terza vi rimane perchè, dei due fluidi in equilibrio, uno è elastico e compressibile; e perchè nei calcoli relativi alle livellazioni eseguite a diverse latitudini si fa uso della densità dell'aria determinata sia direttamente a Parigi, sia indirettamente nella catena de'Pirenei. E si poteva soggiungere l' avvertenza, che il suddetto moltiplicatore dovrebbe ommettersi, ossia farsi eguale all'unità, in due casi; uno ipotetico, che è quello in cui l'aria divenisse un fluido incompressibile, l' altro, che potrebbe verificarsi quando l'osservatore, che deve eseguire una livellazione barometrica, invece di valersi delle valutazioni di Ramond e di Biot, volesse determi-

(1) Sur la nouvelle correction des hauteurs mesurées par le baromètre relative à la latitude géographique dans le IV tome de la mécanique célèste par Rohde. Postdam.

(2) Memorie della Società Italiana delle Scienze. Tomo XVI, parte 1, pag. 221.

(3) Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd und Himmeles-Kunde. Vol. XIV, p. 52.

nare esso stesso sul luogo la densità dell' aria in parti di quella del mercurio.

La regola idrostatica, giusta la quale si valuta la pressione di un fluido sul fondo d'un vaso col peso del fluido stesso contenuto in un cilindro verticale eretto sul fondo medesimo, sussiste esattamente fin che si suppone che la gravità agisca in direzioni parallele; ma nel problema dell' equilibrio dell' atmosfera conviene considerare che le linee lungo le quali opera l'attrazione terrestre convergono prossimamente verso il centro della terra.

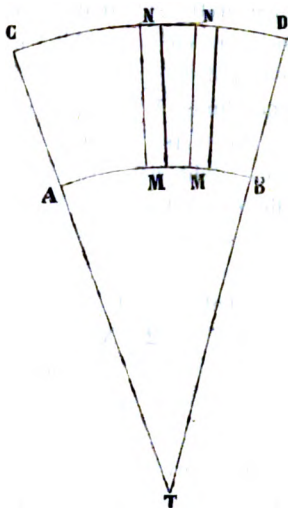
Questa considerazione, che nel caso delle livellazioni barometriche era sfuggita finora ai fisici ed ai matematici, si presentò per la prima volta nel recente trattato di fisica di Ohm prof. di matematiche nella reale università di Berlino (1), e su di esse Zech professore a Tubinga, ha ricostruita la formula che serve alle suddette livellazioni (2). Nè potrebbe opporsi che l'altezza dell'atmosfera, e a più forte ragione quella dei luoghi a cui l'uomo può salir col barometro, essendo assai piccola a fronte del raggio della terra, la correzione che potrebbe derivare dall'introdurre in calcolo questa convergenza debba essere trascurabile; giacchè nell'analisi del problema di cui si tratta si suole già tener conto della diminuzione di gravità alle diverse elevazioni, la quale è quantità piccola dell'ordine medesimo.

La conseguenza che i suddetti autori cavano dal nuovo punto di vista sotto il quale considerano l'equilibrio dei due fluidi, si è che il peso dell'aria debb'essere determinato non più dal volume contenuto in un cilindro, ma da quello contenuto in un cono tronco, il quale, prolungato, abbia il suo vertice al centro della terra.

Questa conclusione si presenta alla mente con aspetto di verità; eppure non mi sembra cosa facile dedurla da un calcolo analitico. Ma una dimostrazione sintetica si potrebbe, a mio parere, fondare sulla seguente costruzione.

Sia AMB la superficie della terra il cui centro sia T, CND la superficie esterna dell' atmosfera, e si tratti di trovare la

(1) *Grundzügen der Physik.*
(2) *Astronomische Nachrichten*, num 965.

pressione dell'aria sulla base AB; se su questa si concepiscono elevati diversi cilindri MN, la cui base sia infinitamente piccola, e il cui asse prolungato passi per T, è chiaro che tutte le molecole di fluido in essi contenute premeranno direttamente sulla base AMB. Ma ogni molecola di quelle che compongono il cono tronco ABDC possono rinchiudersi in uno di questi cilindri; dunque, tutte le molecole suddette premeranno sulla base, e quindi la pressione sarà misurata dal volume del cono tronco e non da quello del cilindro eretto sulla sua base.

Ammesso questo principio, ne segue che uno qualunque degli elementi del cono tronco che si succedono lungo la verticale (dalla somma dei prodotti di essi per la rispettiva densità si forma la massa atmosferica che fa equilibrio al cilindro di mercurio) cresce partendo dalla base, nella ragione del quadrato della sua distanza dal centro della terra divisa pel raggio terrestre; ma la sua gravità sta appunto nella ragione inversa: ne segue adunque che la pressione esercitata dal fluido compreso nel cono tronco, soggetto alla gravità variabile in ragione inversa del quadrato della distanza, è eguale a quella che eserciterebbe lo stesso fluido compreso in un cilindro di egual base, il quale fosse soggetto alla

gravità costante in tutta la sua altezza, ed eguale a quella che ha luogo alla superficie della terra.

È cosa mirabile il vedere che con questa nuova considerazione la formula da integrarsi, in vece di divenire più complicata, risulta assai più semplice, essendo indipendente dal termine proveniente dalla varia gravità a diverse altezze; e che quindi l'integrazione si eseguisce senza difficoltà e dà, per l' elevazione d' una sull' altra stazione, un valore che non contiene, come nella formula di Laplace, il secondo membro dell'equazione implicato dalla stessa incognita che si cerca.

La formula delle altezze barometriche fondata su questi principi rimane ancora soggetta a due cause d'incertezza, l'una delle quali è l' incostanza della legge con cui decresce la temperatura secondo le altezze, l'altra l' effetto delle correnti ascendenti e discendenti, duranti le quali non può più assumersi l' atmosfera come un fluido in equilibrio. La prima causa non può avere molta influenza, poichè poco si scosta dal vero la supposizione che le differenze di temperatura siano proporzionali alle differenze d'altezza; per garantirsi poi dell' altra convien sempre scegliere per le livellazioni le giornate in cui l'aria è tranquilla e l'altezza del barometro meno variabile.

Ramond (1) pubblicando molti anni sono le sue indagini sulla misura delle altezze col barometro, credette di potere asserire che le osservazioni fatte alla metà della giornata sono le meno soggette alle perturbazioni che provengono dalle correnti, e che perciò queste sole, ad esclusione delle altre, debbonsi adoperare nelle livellazioni barometriche, siccome quelle che si sono trovate scostarsi il meno possibile dalle altezze determinate coi metodi trigonometrici. Lasciando ai fisici il decidere quanto possa essere vera la prima parte di questa proposizione, mi era parso che la seconda, fondata sull' accordo fra le determinazioni barometriche e le geodetiche, non fosse per nulla concludente. Perciò pubblicando, l'anno 1834 nella Biblioteca Italiana (2), la determinazione dell'altezza di Milano sul livello dell'Adriatrico, dedotta da due lunghe serie d'osservazioni fatte con barometri diligentemente

(1) *Mémoires de l'Institut de France*, 1806, 1807, 1808.
(2) Tomo 74, fascicolo di maggio, pag. 216.

paragonati ed in ore coincidenti a Milano ed a Venezia, io aveva emessa la mia opinione su tale argomento nei seguenti termini.

« Il sig. Ramond si era proposto di determinare quali erano le ore in cui le livellazioni barometriche davano una differenza di livello più prossima al vero, e propendeva per quelle più vicine al mezzodì; ma questo celebre meteorologista cadeva qui in una ripetizione di principi, non avendo fatto riflesso che il coefficiente delle formule che si adoperano nel calcolo essendo determinato coll'invertire il problema e col paragonare le altezze barometriche con differenze di livello immediatamente misurate, ne seguiva che se quel coefficiente fosse stato determinato con osservazioni fatte in una data ora, quell'ora sarebbe la più opportuna da usarsi nel caso del problema diretto; ma siccome il coefficiente stesso si suol determinare col medio di molte osservazioni fatte in diverse ore, principalmente di giorno, il medio di molte osservazioni fatte nelle ore diurne dovrà ritenersi come il più prossimo al vero. »

La mia critica riflessione, che passò forse inosservata, ha ricevuto ora un' autorevole conferma per opera di Plantamour.

Questo valente astronomo aveva dato nel tredicesimo volume delle Memorie della Società di fisica e storia naturale di Ginevra un importante lavoro sopra dieci anni di osservazioni meteorologiche fatte contemporaneamente in quella città ed all' Ospizio del gran San Bernardo. Ora il comandante Delcros in un articolo inserito nel Bollettino delle sedute della Società meteorologica di Francia mosse varie obbiezioni contro i calcoli istitutuiti dal prof. di Ginevra, e principalmente lo rimproverò di essersi scostato dal precetto dato da Ramond, calcolando l' elevazione del monte San Bernardo col medio d' osservazioni fatte a diverse ore della giornata, e non colle sole osservazioni meridiane.

Plantamour, in una nota consegnata alla Biblioteca universale di Ginevra (marzo 1855), risponde assai vivamente a queste obbiezioni, e per rispetto alla preferenza che si vorrebbe dare alle osservazioni fatte al mezzodì sopra tutte le altre, convenendo interamente colla opinione da me già emessa, entra in una lunga discussione, della quale riferiremo i passi più importanti:

« La détermination (egli dice) du coéfficient donné par Ramond « repose sur sept nivellements barométriques exécutés dans les « Pyrénées, comparés avec le nivellement géodésique: quatre de

« ces observations ont été faites sur le Pic du midi de Bigorre,
« les trois autres sur le Pic d'Eyré, le Pic de Bergons et le Pic
« de Montaigu. Toutes ces observations ont été faites à midi et
« dans la belle saison, la dernière seule étant du milieu de no-
« vembre: or, abstraction faite de toute perturbation accidentelle,
« un nivellement barométrique exécuté au milieu du jour, sur-
« tout dans la belle saison, donne une altitude plus grande que
« celui qui est exécuté à un autre moment dans la journée.
« Ramond le reconnaissait parfaitement, puisqu'il dit dans son
« second Mémoire: *Au sommet des pics, comme en plaine et comme*
« *au fond des vallées, les observations du matin et du soir ont*
« *données des hauteurs d'autant moindres que le moment où je les*
« *faisais était plus éloigné du milieu du jour.*

« Ce qui se comprend difficilement, une fois l'influence de l'heure
« étant reconnue, c'est que Ramond ait regardé come l'état nor-
« mal de l'atmosphère celui où elle se trouve à midi; ainsi il dit
« un peu plus loin:

« *Des pareilles perturbations* (celles qui sont amenées par les
« courants ascendants et descendants) *sont essentiellement anoma-*
« *les; ainsi diversifiées que les temps, les saisons et les lieux,*
« *elles se refusent à toute appréciation même approximative; il n'y*
« *a d'autre resource que d'éviter les heures où leur intervention*
« *est la plus ordinaire. Celles du milieu du jour en sont moins*
« *communement affectées, et l'heure du midi a entre elles cet avan-*
« *tage particulier, que les hauteurs qu'elle donne sont assez exac-*
« *tement moyennes entre celles que fournissent les observations fai-*
« *tes dans la limite des trois ou quatre heures qui composent cette*
« *petite période d'équilibre.*

« D'après ces considérations, Ramond condamne sans retour
« (ce sont ses expressions) les moyennes que l'on est dans l'ha-
« bitude de prendre entre des observations faites pêle-mêle à dif-
« férentes heures du jour et de la nuit, et il préscrit l'heure de
« midi comme donnant seule les hauteurs justes.

« Je ne pense pas qu'aucun physicien puisse soutenir la vérité
« de cette théorie de Ramond, que c'est à midi que l'atmosphère
« se trouve dans son état normal; c'est, au contraire, l'heure où
« l'équilibre des couches est troublé au plus haut degré par les
« courants ascendants.

« L'accord obtenu dans un grand nombre de cas entre le ni-
« vellement barométrique calculé par la formule de Laplace et le
« nivellement géodésique, ne peut pas être allégué comme une
« confirmation de la valeur du coéfficient, parce que ces nivel-
« lements barométriques ont été pour la plus-part exécutés dans
« des circonstances analogues à celles où le coéfficient a été dé-
« terminé, c'est à dire dans la belle saison, plutòt qu'en hiver,
« et vers le milieu du jour plutôt que la nuit, le matin ou le
« soir.

« Je ne mets pas en doute que si Ramond avait determiné son
« coéfficient par des observations faites à toutes les heures du
« jour et de la nuit et à toutes les époques de l'année, il ne fût
« arrivé à une valeur rapprochée de celle qui est déduite des
« expériences de M. Regnault. Je pose maintenant la question:
« Ne doit-on pas considérer comme étant l'état normal de l'at-
« mosphère celui qui est déduit d'observations embrassant toutes
« les heures du jour et de la nuit, et toutes les époques de l'an-
« née, et ne doit-on pas introduire dans la formule barométrique
« un coéfficient se rapportant à cet état normal, quitte à déter-
« miner l'influence de l'heure et celle de la saison: plutôt que
« d'avoir une formule ne s'appliquant en toute rigueur qu'à une
« certaine heure et à une certaine saison, et de préscrire, comme
« le faisait Ramond, l'heure de midi seulement pour le nivelle-
« ment barométrique?

« Je ferai remarquer que dans l'application faite par moi à la
« hauteur du S. Bernard, je n'avais pas en vue la comparaison
« de la formule de Laplace avec mes nouvelles tables; en l'ab-
« sence d'une détermination géodésique il n'y avait pas de point
« de comparaison qui pût servir de critère. J'avais en vue ces
« deux points: premièrement la rectification des donnés sur les-
« quelles reposait l'altitude du S. Bernard, adoptée jusqu'alors;
« et secondement, l'étude de l'influence de l'heure de l'observa-
« tion et de la saison sur la hauteur calculée. »

Fin qui Plantamour, il quale ha felicemente conseguito i due scopi che si era proposti; giacchè, quanto al primo, pare che l'altezza dell'Ospizio sul livello del mare, stabilita sulla serie di dieci anni di osservazioni a metri 2473, debba ritenersi come assai prossima al vero, in attenzione della livellazione trigonome-

trica ch'egli spera di poter presto ottenere colla cooperazione del sig. Bournier; e quanto al secondo, egli ha potuto presentarci una tabella ove è registrata di due in due ore, e per le quattro stagioni dell'anno, la differenza che passa fra l'altezza calcolata sull'appoggio d'ogni singola ora di osservazione e quella dedotta dal medio di tutte.

Era cosa importante il confutare l'opinione emessa da Ramond e da altri adottata; poichè oltre essere falsa in teoria, era anche nociva in pratica. Chi sa quanti viaggiatori troppo ligi degli autori francesi, trovandosi su qualche monte fuori dell'ora del mezzodì, avranno omesso d'osservare il barometro, od avranno soppresso le osservazioni già fatte? Chi sa quanti con grave incomodo si saranno inutilmente affrettati in viaggio per giungere alla cima d'una montagna nell'ora privilegiata? Chi sa quanti calcolatori si saranno volontariamente privati del vantaggio di prendere il medio fra un buon numero d'osservazioni, tanto prezioso quando si tratta di determinazioni soggette ad accidentali anomalie?

SULLA RIFRAZIONE SOLARE;

NOTA DEL PROF. C. PIAZZI SMYTH.

(*Monthly Notices of the Roy. Astr. Soc.* XVI, 120)

ESTRATTO

La denominazione di *Rifrazione Solare* fu introdotta dal prof. W. Thomson per caratterizzare un effetto che egli dedusse dalla teoria dinamica del calorico; e se questo effetto sarà provato dalla esperienza, ne emaneranno importantissime conseguenze per l'Astronomia e per la Fisica.

Con ciò verrebbesi necessariamente a constatare l'esistenza di un mezzo che riempie lo spazio; il qual mezzo, sebbene rarissimo, deve di necessità condensarsi nelle vicinanze del sole, e

quindi le immagini degli oggetti situati al di là di questo dovranno subire una rifrazione o spostamento, allorchè i loro raggi avranno traversato questa specie di atmosfera solare.

Alla teoria era dato soltanto accennare che l'influenza di una tale rifrazione solare può essere apprezzabile; ma il suo esatto valore non può ottenersi che mediante osservazioni astronomiche. Il giungere a questo resultato schiarirebbe moltissimo la tanto agitata questione intorno all'etere sparso nello spazio; per lo studio della quale gli astronomi non possono presentemente ricorrere che alle perturbazioni cometarie, ove tante altre incognite quantità sono frammischiate; e così rare sono le opportunità per potere osservare, che molte generazioni dovranno ancora passare prima che se ne sappia qualche cosa di assolutamente positivo.

Il P. Smyth, onde verificare le vedute teoretiche del P. Thomson, si era proposto di osservare le stelle che passano al meridiano in prossimità del sole. Al quale oggetto pareva che molto dovesse prestarsi il grande obbiettivo dello strumento dei passaggi esistente all'Osservatorio Reale di Edimburgo.

Se era possibile di instituire una serie di tali osservazioni, facilmente sarebbe stata riconosciuta la rifrazione solare; poichè per il suo effetto le stelle prossime al sole avrebbero dovuto, a seconda della loro posizione relativa, alcune volte accelerare ed altre ritardare il loro passaggio al meridiano.

Ma nonostante tutte le cure e precauzioni prese, e per render oscura la stanza di osservazione, e per perfezionare il potere ottico del cannocchiale, il P. Smyth trovò che la densa atmosfera di una città (e specialmente di una città come Edimburgo quasi al livello del mare) è sempre così grandemente illuminata nelle vicinanze del sole, che è impossibile che alcuna stella possa osservarsi nelle desiderate condizioni. Egli propone perciò di trasportare alcuni dei grandi strumenti astronomici sopra qualche montagna molto elevata: poichè venendosi così ad eliminare la parte più densa dell'atmosfera, sarà probabilissimo che si possano allora osservare le stelle molto prossime al sole e che si arrivi quindi in breve tempo ad un soddisfacente resultato.

Quantunque il P. Smyth non sia riuscito nel propostosi intento, ha ritrovato però fra le osservazioni fatte nel 1838 all'Osservatorio di Edimburgo un caso in cui uno stato unico di straordi-

naria purezza dell'aria permise di osservare una stella ad una distanza non molto grande dal sole da potersi credere sotto l'influenza sensibile della rifrazione solare; mentre nel medesimo giorno furono osservate altre due stelle a distanze dal sole molto maggiori e da potersi considerare, almeno per una prima approssimazione, affatto esenti da simile influenza.

La stella più prossima al sole fu la *α Orionis*, le altre due stelle furono la *β Orionis*, e la *α Aurigæ*. Secondo la teoria la prima delle rammentate stelle doveva nel giorno dell'osservazione apparire oltre il consueto più prossima alle altre due: e ciò sembra confermato dall'esperienza.

Ecco infatti le osservazioni originali:

Data 20 *giugno* 1838.

NOME DELLE STELLE	DISTANZA DAL SOLE IN AR	IN DECL.	TEMPO OSSERVATO DEL PASSAGGIO	AR; APPARENTE CALCOLATA
α Aurigæ	$0^{ore}.54^{m}$	$-22^{\circ}.22'$	$5^{ore}.3^{m}.58^{s},91$	$5^{ore}.4^{m}.43^{s},70$
β Orionis	0. 52	— 31. 52	5. 6. 0,37	5. 6. 45,14
α Orionis	0. 12	+ 16. 6	5. 45. 39,29	5. 46. 24,12

Da questi numeri si hanno i seguenti resultati:

STELLE	DIFFERENZE OSSERVATE	CALCOL.^e	DIFF. FRA L'OSS. ED IL CALC.° OSSIA RIFRAZIONE SOLARE
α Orionis — β Or.is	$39^{m}.38^{s},92$	$39^{m}.38^{s},98$	$+ 0^{s},06$
α Or.is — α Aurigæ	41. 40,38	41. 40,42	+ 0,04

Le posizioni apparenti delle sopra citate stelle sono state calcolate colla massima accuratezza per l'istante dell' osservazione, deducendole dalle posizioni medie resultanti da tutte le misure prese a Edimburgo nel corso dell'anno 1838; e l'errore probabile del calcolo è senza dubbio inferiore alle quantità che rappresentano l'effetto della rifrazione solare. In quanto poi all'esattezza delle osservazioni, è ancora essa la maggiore possibile; poichè queste

furono fatte da **A. Wallace** la cui abilità in tal genere di osservazioni era bene e da lungo tempo sperimentata; ed anche l'errore probabile dell'osservazione resulta minore delle quantità che stanno ad indicare la rifrazione solare.

Ma nonostante tutto ciò il resultato al quale conducono le osservazioni stesse potrà ritenersi come assolutamente decisivo? Chi è pratico delle innumerabili sorgenti di possibile errore che si incontrano in ogni operazione astronomica, e trattandosi di riconoscere quantità tanto piccole, non sarà pienamente soddisfatto che allorquando si avrà un gran numero di simili osservazioni fatte sopra diverse stelle, e nelle circostanze le più favorevoli per poter giungere all'intento desiderato.

Se però il progetto del P. Smyth verrà posto in esecuzione e la rifrazione solare rimarrà definitivamente provata, la scienza si arricchirà di una importante ed utilissima cognizione, e si verrà inoltre a convalidare l'idea di una più stretta rassomiglianza fra il sole e gli altri pianeti (1).

NOTA SU LA FOSFORESCENZA DELLA NEVE OSSERVATA IL 5 DICEMBRE 1855; DI M. GHAYE.

(*Académie Royale de Belgique. Bulletin* T. XXIII, P. 256. 1856)

ESTRATTO

« Io era partito, il 5 dicembre 1855, dal comune d'Omal, verso sei ore e un quarto, onde ritornare a Waremme per l'argine romano; era tale l'oscurità, che io non poteva distinguere

(1) Nel fascicolo di maggio delle *Mouthly Notices* (ricevuto posteriormente) viene annunziato che il sig. Piazzi Smith è già stato autorizzato dal governo inglese a portarsi nell'isola di Teneriffa allo scopo di instituirvi, sulla sommità del Picco, un corso di osservazioni fisico-astronomiche. Ciò fa conoscere con quanta alacrità e munificenza quel governo incoraggi i progressi della scienza.

la strada. Dal lato di nord-ovest si vedeva una grossa nube nera, estesissima, ed erano scorsi appena cinque minuti da che mi era posto in viaggio, quando si elevò il vento ed incominciò a nevicare. Tutto a un tratto io fui come illuminato, mi rivoltai con celerità, credendo che sopraggiungesse qualcuno munito di lanterna, poi mi arrestai un istante per contemplare il fenomeno, e vidi sopra le mie vesti che le goccie di neve fusa erano fosforescenti; le estremità della mia cravatta di lana nera, agitate dal vento, parevano infuocate; il mio *paletot* di panno nero era carico di grossi punti luminosi, la visiera del mio berretto era ugualmente tutta luminosa. Prima io non ci vedeva a causa della grand'oscurità, in seguito io non ci vidi più per essere circondato da troppa luce. L'agitazione delle estremità della mia cravatta mi incomodava troppo, tantochè fui costretto ad imprigionarle dentro l'abito abbottonandolo. Io portava guanti di tessuto nero: confricando la neve dell'abito, questa divenne ancor più risplendente, ed i miei guanti apparvero assai luminosi. Io proseguii il mio viaggio in questo stato; il vento spirava ognor più con violenza e la neve continuava a cadere. Dopo venti minuti di cammino io giunsi ad un albergo, v'entrai e vidi ch'io era coperto di neve.

Durante il tempo da me impiegato ad asciugarmi in questo albergo, entrò un giovane nel medesimo mio stato, e raccontò d'aver visto i fenomeni stessi da me osservati. Questo fenomeno di fosforescenza fu osservato, alla medesima ora, tra Huy e Braive, secondo che racconta il sig. de Selys-Longchamps.

Da un estratto del Corriere del Nord, riprodotto nel Monitore belga p. 4191 (decembre 1855) resulta inoltre, dice lo stesso accademico, che nel medesimo giorno, e nel medesimo istante, il fenomeno stesso fu osservato a Sebourg (dipartimento del Nord), dal sig. Crasquin medico veterinario.

OSSERVAZIONE D'UN CASO DI STRAORDINARIA TENSIONE D'ELETTRICITÀ ATMOSFERICA; DI H. WARE.

(*Institut.* N. 1164. p. 154)

ESTRATTO

Il sig. Silliman ha ricevuto dal sig. H. Ware di Cambridge Massachussetts una lettera dove si trova descritto un caso di straordinaria tensione di elettricità atmosferica, la cui verità viene garantita dalla pubblicità da esso data dal Silliman.

Ecco la lettera stessa di H. Ware.

« La sera di domenica, 17 dicembre 1854, traversando il *West-Boston bridge* (ponte sulla riviera Carlo tra Boston e Cambridge), al mezzo del ponte che è lungo 2483 piedi, sentii un fortissimo sibilo che emanava da un candelabro di ferro. Nel primo istante io supposi che ciò provenisse dal vapore generato dalla neve che si fondeva sopra il lampione, ma dopo breve osservazione io riconobbi provenire da tutt' altra causa. Infatti trascorso poco tempo io provai una serie di punture alla fronte, ed alzando la mano per tirare in dietro il mio cappello, io fui sorpreso dal vedere una brillante scarica di scintille elettriche sgorgare da tutte le estremità delle mie dita, che avevano toccato od erano vicinissime a toccare la falda del mio cappello di feltro. All' indicazione somministrata da questo fenomeno, ben tosto se ne aggiunse un'altra da non lasciare più alcun dubbio. Avanzandomi verso una parte del ponte ove i lampioni erano già spenti, vidi sul ventilatore, sulla sommità e sugl'angoli o punte dei lampioni, dei getti di luce elettrica lunghi da 5 a 6 pollici. Elevando il mio bastone osservai lo stesso fenomeno, la luce irraggiava in tutte le direzioni dalla sua estremità in acciaro in scintille lunghe da 3 a 4 pollici, e finalmente le estremità delle mie dita, sebbene ricoperte da

guanti di lana, emmettevano pennacchi luminosi. Il rumore era fortissimo, non solo sopra il lampione, ma ancora sul mio cappello, sul mio bastone e sopra le mie dita. Quello che producevano i lampioni era perfettamennte inteso da un parapetto all'altro del ponte, il quale ha 40 piedi di larghezza, e si poteva al tempo stesso sentire quello prodotto su più lampioni, benchè la distanza che li separa sia di 200 piedi. Tale rumore rassomigliava a quello d'una caldaia a vapore che si vuota, o più esattamente a quello d'una scarica continua d'una macchina elettrica o d'una batteria; solamente esso era assai più forte, ed il più considerevole di questo genere che io abbia mai inteso. Io rimarcai che codesti effetti luminosi non erano sensibili che ad un'altezza di 5 piedi al disopra del pavimento del ponte (il quale nell'alta marea si trova a 6 piedi al disopra del livello dell'acqua), e che essi non avevano luogo, del che non sono completamente sicuro, che nelle parti massiccie e in terrapieno del ponte (in circa 600 piedi dal lato di Cambridge, il resto essendo costrutto su dei pilastri). Il fenomeno diminuiva d'intensità avvicinandosi a quest'ultima parte e cessava completamente arrivando sulla terra ferma. Saranno state le 11 ore e qualche minuto; nevicava fortemente, ed il vento soffiava con violenza dalla parte di nord-est; l'alta marea aveva avuto luogo a 9 ore e 10 minuti di sera. Se l'ora non fosse stata assai avanzata, io sarei andato a Cambridge ad avvertire alcuno dei miei amici più versato di me nella fisica, per renderlo testimone di questo fenomeno; io mi trattenni più d'una mezz'ora a ripetere e variare l'esperienze, sperando che sarebbe sopraggiunto qualcuno del quale io avrei potuto richiamar l'attenzione su questa singolare tensione elettrica: non comparve persona, nemmeno un *Watchman*. »

SUL CALORICO SPECIFICO DI ALCUNI CORPI SEMPLICI;

V. REGNAULT.

(*Ann. de chimie et de physique*, (3.ª S.ª) XLVI.)

ESTRATTO

Prima di esporre i risultati sperimentali cui è giunto Regnault con questo suo nuovo lavoro, crediamo utile presentare ai nostri lettori le considerazioni generali che esso fa precedere a modo d'introduzione.

« Dulong e Petit, dice Regnault, hanno enunciato i primi questa legge fisica rimarchevole: *i calorici specifici dei corpi semplici sono reciprocamente proporzionali ai loro pesi atomici.* Le sperienze sulle quali essi avevano stabilito questa legge, erano poco numerose, e parecchie tra le medesime vennero contraddette da un' analisi più esatta, e da una conoscenza più completa delle combinazioni chimiche di alcuni corpi semplici che si trovarono così avere un peso atomico diverso da quello ad essi attribuito. Tuttavia le ricerche da me fatte, or sono quindici anni, su tutti i corpi semplici che potei avere in quantità sufficiente, dimostrarono che la legge di Dulong e Petit non deve essere ammessa come rigorosamente vera, quale la credevano questi due celebri fisici; ma solo come una legge approssimativa, che può per altro essere utilmente impiegata in molte considerazioni scientifiche. Infatti, stando al preciso enunciato della legge, il prodotto del calorico specifico d'un corpo semplice per il suo peso atomico dovrebbe essere espresso da un numero costante; mentre che invece nelle mie sperienze su i corpi solidi, un tale prodotto varia da 36 a 41. Una tale variazione proviene da ciò che la capacità calorifica dei corpi, quale risulta dalle mie sperienze, comprende non solo il *calorico specifico atomico*, vale a dire, la quantità di calorico che è necessaria per elevare di 1° la temperatura dell' atomo, ma anche il calorico

che si rende latente per la dilatazione del corpo, e per le modificazioni molecolari che cagionano il suo successivo rammollimento, oppure i cambiamenti di forma cristallina. Codesti effetti secondari assorbono quantità di calorico che non sono in ragione inversa dei pesi atomici, e che variano d'altronde, per ciascun corpo in particolare, entro limiti diversi di temperatura.

Per convincersi di ciò basta paragonare fra di loro i calorici specifici di alcuni corpi semplici, presi a temperatura molto lontana nella scala termometrica. Si riconosce immediatamente che i rapporti di quei calorici specifici variano sensibilmente colla temperatura. E siccome intanto i pesi atomici restano costanti, è evidente che il prodotto del calorico specifico per il peso atomico deve variare colla temperatura, e inegualmente per ciascun corpo.

Finalmente il calorico specifico d'uno stesso corpo è soventi volte assai diverso, secondo che un tal corpo si trova allo stato solido, allo stato liquido, allo stato aeriforme. Così mentre per tutti i corpi solidi che ho studiato nelle mie precedenti memorie, il prodotto del calorico specifico per il peso atomico varia, come si disse, tra 36 e 41, questo stesso prodotto non è che di 24 per i gas semplici che, come l'ossigeno, l'idrogeno e l'azoto, si allontanano poco dalla legge di Mariotte, ed è di 29, 5 per il cloro e il bromo gassoso, che molto si scostano da questa legge. Di più, i gas che seguono a un di presso la legge di Mariotte conservano una capacità calorifica sensibilmente costante, presi a diverse temperature del termometro ad aria, mentre questa capacità calorifica aumenta rapidamente colla temperatura per tutti i gas i quali, come l'acido carbonico, si allontanano notabilmente dalla legge di Mariotte.

Questa ultima osservazione basterebbe da se sola, per dimostrare che la legge di Dulong e di Petit non può esser ammessa come una legge fisica rigorosa.

Checchè ne sia per altro, nessuno metterà in dubbio che codesta legge, allorchè si applica ai corpi semplici considerati sotto il medesimo stato fisico, non possa essere di molta utilità in chimica, per guidarci nella scelta dei numeri che devono esprimere i pesi atomici di quei corpi, allorchè siamo nel caso di poter esprimere questi pesi con diversi numeri e con pari pro-

babilità. E fu così che, fondandomi su quella legge, proposi di esprimere il peso atomico dei metalli alcalini e dello argento con numeri metà minori di quelli generalmente ammessi dai chimici. Un tale cambiamento che si trova d'accordo collo isomorfismo, non tarderà ad essere adottato. »

Regnault ha potuto fare queste nuove sperienze servendosi di parecchi corpi semplici, e per la maggior parte purissimi, che figuravano nell'ultima esposizione universale di Parigi, e sui quali prima d'ora non si erano fatti degli studi. Si è servito a quest'uopo dello stesso apparato e degli stessi processi altra volta adoperati e da esso descritti a pag. 20 e seguenti del tomo LXXIII degli *Annales de Chimie et de Physique*, calcolando la correzione che è necessario fare all'elevazione di temperatura sofferta dal calorimetro, onde riconoscere le perturbazioni prodotte dalle cagioni estrinseche. Allorchè la natura del corpo su cui sperimentava era tale che questo venisse alterato dal contatto dell'acqua, fece uso di olio di nafta.

Il seguente quadro contiene i risultati principali ottenuti dall'A.

Nome dei corpi.	Osservazioni.	Calorico specifico	Equivalenti	Prodotto.
Osmio. .	Adottando la formula OsO^5 per l'acido osmico	0,03063	1244,2	38,109
Rodio . .	Conteneva probabilmente un poco di iridio	0,05408	652,1	35,26
Iridio . .	Conteneva probabilmente del rodio e del rutenio	0,0363	1233,2	44,76
Alluminio	Senza tener conto dei corpi estranei indicati dall'analisi	0,20556	170,98	35,15
» »	Tenendo conto dei corpi estranei indicati dall'analisi	0,2181	170,98	37,29
» »	Id. id. id.	0,2143	170,98	36,64
Cobalto .	Era carburato, ciò che rende probabilmente il suo calorico specifico alquanto più grande .	0,10696	369	39,47
Nichelio .	La stessa osservazione che per il cobalto . .	0,11095	369,7	41,00
Sodio . .	Adottando per la soda la formula NaO . . .	0,2934	287,2	84,2
» »	Adottando la formula Na^2O per la soda. . .	0,2934	143,6	42,1
Telluro .	Non distillato.	0,05165	806,5	41,65
» »	Distillato	0,04737	806,5	38,20
Selenio .	Metallico tra +98° e 20°	0,07616	494	37,39
» »	Vetroso tra +87° e 47°.	0,1031	494	50,62
» »	Id. al disotto dello 0°.	0,07468	494	36,67
» »	Metallico al disotto dello 0°.	0,07446	494	36,56

Osservando i numeri inscritti nella ultima colonna di questo quadro si scorge che per i sei primi metalli ai quali quei numeri corrispondono, la legge di Dulong e Petit si verifica in una maniera approssimativa; e le divergenze che si riscontrano possono spiegarsi facilmente tenendo conto della presenza di sostanze eterogenee che turbavano la purezza di quei metalli. Riflettendo poi

in particolare su i risultati ottenuti coll'osmio e coll'alluminio si ha una conferma della esattezza delle formule dei composti di questi due metalli ammesse dai chimici.

Si ha poi una conferma di quanto dice l'A. nell'introduzione al suo lavoro, che cioè la legge di Dulong e Petit può guidarci nella scelta dei numeri che devono esprimere i pesi atomici di certi corpi semplici, e quindi quella delle formule che devono esprimere i loro composti, paragonando fra di loro i prodotti ottenuti dalle esperienze fatte col sodio, secondo che si adotta la formula NaO, oppure l'altra Na^2O per esprimere la soda. Preferendo la seconda di queste formule quel prodotto 42,0 è coerente alla legge di Dulong e Petit, per quanto si può sperare allorchè si pensa alla difficoltà di fare delle sperienze con un corpo così prontamente alterabile come è il sodio. Adottando invece l'altra formula NaO, più generalmente usata dai chimici, quel prodotto non è conciliabile affatto con quella legge.

Il telluro e il selenio, sotto qualunque stato si considerino, non fanno eccezione alla legge di Dulong e Petit. Tuttavia operando col selenio vetroso, portato ad una temperatura superiore all'ordinaria, si trova per prodotto un numero molto più grande di quello cui condurrebbe quella legge. Ma ciò, dice l'A., non deve recare meraviglia se si considera che codesta varietà del selenio si rammollisce successivamente come se ne eleva la temperatura, in guisa che tra gli 80 ai 90 gradi contiene di già una quantità grandissima di calorico di fusione. Operando per altro a basse temperature le due varietà di selenio indicate nel quadro, presentano lo stesso calore specifico.

ACTINOGRAFO DI POUILLET.

(*Comptes rendus.* XLII. 913)

ESTRATTO

L'A. dopo di aver rammentato che le sperienze da lui eseguite negli anni scorsi gli fecero conoscere la quantità di calorico che il sole invia verso la terra in un dato tempo, e la quantità di calorico che giunge alla superficie della medesima per scaldarla in un modo diretto, e per produrvi lo sviluppo di tutti i fenomeni organici, osserva che di dette due quantità, la prima è costante, nello stato attuale del globo del sole, la seconda è variabile. Infatti il calorico assorbito dalle nubi si dissipa in parte negli spazi celesti, senza che concorra così in una maniera diretta alla produzione dei relativi fenomeni terrestri, ed è poco probabile che in ciascun anno sia uguale la quantità di calorico arrestato dalle nubi, sia per riguardo alla superficie intiera del nostro globo, sia per riguardo ad una data regione di questo.

Dopo coteste questioni generali, dice l'A., se ne presenta un'altra più speciale e non meno interessante, che sta nel riconoscere per ciascun clima e in ciascun anno, quanti sono i giorni di sole e come sono essi ripartiti. Ora le osservazioni meteorologiche che si fanno sul proposito non possono risolvere in una maniera completa una tale questione, e però era necessario avere un istrumento che ci potesse far conoscere ciascun giorno, soprattutto nelle epoche della vegetazione attiva, in quali ore e per quanto tempo il sole si mostra a noi, in quali ore e per quanto tempo ci è nascosto dalle nubi, senza che i suoi raggi ne possano traversare lo spessore.

L'istrumento a tal fine adoperato dall'A. e dal medesimo chiamato *actinografo*, consiste in una scatola quadrilatera di legno sottile, di 20 centimetri di lato su 10 centimetri d'altezza. Le pareti interne di questa scatola sono annerite, mentre le pareti esterne sono bianche. Due guide perpendicolari al fondo della

scatola servono per dirigere un pezzo mobile che si trova nel suo interno e che può così elevarsi od abbassarsi nella direzione dell'asse della medesima, restando sempre parallelo al suo fondo e al coperchio. Quel pezzo mobile è dello spessore di 2 centimetri, e viene fissato giornalmente ad un'altezza conveniente, secondo la declinazione del sole.

L'*actinografo* si orienta alla guisa d'un quadrante solare, con due dei suoi lati verticali nel meridiano e gli altri due nella direzione dall'*est* all'*ovest*, e si inclina secondo la latitudine diversa del luogo, in modo che il suo asse sia parallelo all' asse della terra. Da ciò ne viene che quel pezzo mobile, che abbiamo detto trovarsi nell'interno della scatola, si muove parallelamente all'equatore della terra. Al centro delle tre faccie laterali della scatola che guardano il mezzodì, l'*est* e l'*ovest*, evvi un' apertura quadrata di 5 centimetri di lato, chiusa da un sottile diaframma metallico avente un foro centrale di 4 millimetri di diametro.

Dietro ciò si comprende che all' epoca dell' equinozio, i raggi solari entreranno dalle 6 ore alle 9 del mattino per il foro del diaframma che guarda all'*est*, e produrranno un' immagine rotonda sullo spigolo di quel pezzo mobile, collocato nel centro della scatola e di faccia al centro delle aperture dei diaframmi. Per ricevere cotesta immagine lo spigolo del pezzo mobile è costituito da una porzione di cilindro concavo di 6 centimetri di raggio, ed il cui asse si trova all' altezza del centro del foro del diaframma, ed è parallelo all'asse della terra. In tal modo durante quell'intervallo di tempo, tra le 6 e le 9 ore antimeridiane, il centro dell'immagine solare percorre nella sezione media della detta superficie cilindrica un angolo di 45°, formante una lunghezza di $47^{mm},1$.

Quella porzione di cilindro deve essere più grande nelle giornate estive e conviene che abbia un poco più di 90° di sviluppo.

La faccia del pezzo mobile che è volta al mezzodì e che forma una superficie cilindrica concava come l' altra, comincia a dare l'immagine del sole un poco prima di 9 ore, e per conseguenza prima che abbia cessato su quella che è volta all'*est*. Lo stesso deve dirsi di quella che guarda l' *ovest*, di costruzione identica alle precedenti, la quale comincia a dare quella immagine alquanto prima delle 3 pomeridiane, prima cioè che sia scomparsa sulla

faccia rivolta a mezzodì. Così che lo stesso istrumento riceve l'immagine del sole in tutte le stagioni e in tutte le ore della giornata.

Per regolare l'istrumento, il pezzo mobile si avvicina al fondo della scatola a misura che aumenta la declinazione boreale, e si innalza invece verso il coperchio, durante la declinazione australe. In questo modo le predette immagini vanno a formarsi a metà altezza di quelle superfici cilindriche. Inoltre si adatta una striscia di carta fotografica d'una lunghezza sufficiente e di due centimetri di larghezza a quelle tre superfici cilindriche. Si colloca a sito l'istrumento prima del levarsi del sole, e si ritira dopo il tramonto, rinnovando tutti i giorni quella carta, sulla quale si fissano quindi quelle immagini per via dei mezzi fotografici ordinari.

Si potrebbe, dice l'A., riprodurre fotograficamente il risultato annuale delle osservazioni fatte, e perciò basterebbe ricevere le immagini su carta negativa conveniente, e tirarne poi le prove positive.

Dodici fogli di 30 centimetri quadrati rappresenterebbero così il quadro completo dei dodici mesi dell'anno, e per mezzo di essi si potrebbero comporre le medie indicanti, sia il numero totale delle ore di sole durante l'anno, sia quello delle ore di sole nelle diverse stagioni e nei diversi periodi della giornata.

SOPRA GLI APPARECCHI PROPOSTI DA BEAUMONT E MAYER PER RISCALDARE SENZA COMBUSTIBILE; RAPPORTO DEL GENERALE MORIN.

(*Comptes Rendus* XLII. 719)

ESTRATTO

Gli apparecchi proposti dai sigg. Beaumont e Mayer sono di due sorta: l'uno è destinato a produrre vapore; l'altro a riscaldare direttamente dell'acqua, e particolarmente a cuocere gli alimenti.

Le parti principali di questi apparecchi consistono in due coni concentrici: l'uno di questi coni è di legno, ed è guarnito di

trecce di canapa o di cotone umettate d'olio; l'altro è di rame, e si trova in contatto del liquido che si tratta di riscaldare. Per mezzo di congegni particolari, si può regolare la pressione dell'un cono sull'altro, e, secondo i diversi casi, ora è l'uno ora è l'altro dei coni che è posto in movimento. Il calore svolto per attrito rappresenta il lavoro utile delle macchine.

Beaumont e Mayer dichiarano che, nello stato attuale delle loro risorse, il vapore prodotto nei loro apparecchi non è destinato a servire di forza motrice, ma solamente commendano questi come mezzo economico di riscaldamento, impiegando come forze motrici, le così dette forze perdute o non impiegate, come sarebbero le cascate d'acqua nei luoghi montuosi; altresì credono d'utile applicazione la loro scoperta alle armate in campagna per la cottura degl'alimenti, servendosi come forza motrice in questo caso, della forza muscolare degli uomini e di quella dei cavalli.

L'autore del rapporto dopo aver ricordato che l'idea d'impiegare utilmente il calore svolto per attrito rimonta ad un'epoca antica; espone come l'esperienza dimostri, che lo sfregamento ed il consumo dei corpi deve essere assai grande acciò abbia luogo sviluppo di calore utilizzabile, e ne conclude la necessità dell'impiego d'un lavoro meccanico considerevole. Passa quindi a notare che gl'inventori di questi apparecchi producendo lo sfregamento con un corpo compressibile ingrassato e che poco si consuma, non si son posti nelle condizioni le più favorevoli; ma senza dubbio debbono aver avuto in mira di non deteriorare le parti principali delle loro macchine, il rimpiazzamento delle quali sarebbe assai difficile, e al fine d'ottenere la medesima quantità di calore mediante un minor attrito sopra ciascun elemento, essi hanno aumentato le superficie di contatto.

L'apparecchio destinato a produrre vapore è stato esposto nella galleria delle macchine all'esposizione universale di Parigi, dove è stato assoggettato all'esperienza nella maniera seguente:

Il cono destinato a produrre lo sfregamento era posto in moto coll'intermezzo d'un dinamometro di rotazione, il quale serviva a misurare il lavoro meccanico trasmesso, e il vapore ottenuto veniva raccolto e condensato, allo scopo di determinarne la quantità e la temperatura. I resultati dell'esperienza sono scritti nella seguente tavola:

Esperienze sul generatore del vapore di BEAUMONT e MAYER.

DATE	LAVORO MECCANICO		Peso dell' acqua evaporata in un'ora	Numero dei giri dell' apparecchio in un secondo	Temperature del vapore
	In chilogrammi elevati a un metro in un secondo	In cavalli			
4 settembre 1855	710k, 68	9, 47	5, 82	245	103, 28
22 ottobre 1855	563, 25	7, 51	7, 300	314, 36	113, 00
Medie		8, 50	6, 56		

L'osservazione della quantità d'acqua convertita in vapore è stata cominciata quando le temperature erano divenute stazionarie, avendo raggiunto le cifre scritte nella sesta colonna; conseguentemente le quantità di calore prodotte per attrito erano unicamente impiegate a sviluppare vapore, e relative al calore latente o costitutivo del vapore stesso.

L'autore del rapporto prese in considerazione i resultati medi della tavola, e tenuto conto del calore sviluppato dalla quantità di carbon fossile che sarebbe necessario bruciare in una buona macchina a vapore nelle migliori condizioni, onde dare all'apparecchio descritto la forza motrice media sperimentata, dimostra che questa macchina utilizza all'incirca $\frac{1}{21}$ del calore, che per ipotesi sarebbe sviluppato dal combustibile consumato per farla muovere.

In seguito passa a considerare l'attuazione della macchina nelle condizioni volute dagl'inventori, cioè nella foresta dei Vosges, e fatti gli opportuni calcoli, tenendo conto da un lato del valore del legno in detto luogo, e del calore che questo è capace di sviluppare, e di quella parte di esso che può essere utilizzata a produrre vapore col mezzo delle caldaie ordinarie; e dall'altro lato considerando l'interesse del capitale necessario per costruzione di fabbrica; acquisto di macchina, spese di mantenimento ecc., dimostra che nemmeno in questi luoghi eccezionali dove la forza motrice non ha alcun valore, un tale apparecchio può essere impiegato utilmente. Quindi ne conclude che se il generator del vapore Beaumont e Mayer non presenta alcun vantaggio in questi luoghi, tanto meno potrà essere utilizzato nelle città o in luoghi ad esse vicini, dove la forza motrice esige una spesa più o meno considerevole.

In quanto all'altro apparecchio destinato a direttamente riscaldare dell'acqua, e proposto come applicazione utile per la cottura degli alimenti alle armate in campagna, dalle esperienze fatte al Conservatorio delle Arti e Mestieri, i dati ed i resultati delle quali sono registrati in una tavola che per brevità omettiamo, l'autore del rapporto ne deduce che l'impiego utile di questa macchina è anche più illusorio della precedente.

Il rapporto termina con la seguente conclusione: « gli apparecchi proposti da Beaumont e Mayer sono lontani dal corris-

pondere ai resultati annunziati; essi non sembrano affatto suscettibili di rendere all'industria, e meno ancora alle armate, i servizi promessi; ma è giusto frattanto riconoscere che la disposizione da essi adottata è molto conveniente onde poter determinare entro certi limiti ristretti, qualche grado più di 100°, le quantità di calore sviluppate per attrito; sotto questo punto di vista se modificheranno convenientemente il loro ritrovato, esso potrà essere di qualche utilità. »

NUOVA PILA A FORZA COSTANTE; DI V. DOAT.

(*Comptes rendus* XLII. 855, 969).

ESTRATTO

Becquerel ha presentato nella seduta del 5 maggio a. c. una pila a forza costante di nuovo genere di V. Doat, la quale si compone nel modo seguente. Al fondo di una vaschetta di guttaperclia si mette del mercurio, e sopra questo una soluzione satura d'ioduro di potassio, nella quale s'immerge un vaso poroso contenente una soluzione d'iodo fatta nell'ioduro alcalino e mantenuta satura mediante alcuni pezzi di questo metalloide; un conduttore di carbone immerso nella soluzione iodurata costituisce il polo negativo della pila.

Stabilito il circuito tra il mercurio della vaschetta ed il carbone del vaso poroso, l'ioduro di potassio attacca energicamente il mercurio formando protoioduro di mercurio, che tosto si scioglie nella soluzione dell'ioduro alcalino, per cui il contatto fra questo e la superficie del mercurio rimane sempre libero: intanto il potassio dell'ioduro decomposto trova nel liquido del vaso poroso l'iodo libero col quale forma nuovamente ioduro di potassio.

Si vede chiaramente da ciò come non vi sia in questa coppia

polarizzazione nè del mercurio nè del carbone, e come la sua forza possa mantenersi a lungo costante.

Allorchè la soluzione d'ioduro di potassio che sta in contatto col mercurio è satura di protoioduro di mercurio, si toglie mediante un sifone, e si rimpiazza con nuovo liquido. Siccome poi dalla soluzione contenente ioduro di potassio e protoioduro di mercurio, si può estrarre nuovamente, dall'una parte ioduro di potassio, e dall'altra ottenere isolati iodio e mercurio, così coll'uso di questa pila si ha il vantaggio di non perdere nessuna delle sostanze adoperate, o almeno di riottenerle con piccolissima spesa.

Il relatore per via d'un mezzo che dice molto preciso, ma che non ha fatto ancora conoscere, determinò il valore della forza elettro-motrice e quello della resistenza in questa pila. Trovò che la forza elettro-motrice nella coppia di Doat è debole, ed equivalente ad un poco più della metà di quella d'una coppia di Daniell, e ad un terzo di quella d'una coppia di Bunsen. La resistenza poi è tale che per un recipiente di 5 decimetri quadrati circa e con uno strato di soluzione d'ioduro di potassio di 3 centimetri, essa equivale a $10,^{m}5$ di filo di rame ricotto d'un millimetro di diametro e preso alla temperatura di 0°.

A questa prima comunicazione tien dietro un'altra fatta dallo stesso relatore nella seduta dei 19 maggio, colla quale asserisce che avendo l'inventore adoperato diverse amalgame e metalli puri invece di mercurio, giunse ad ottenere una pila che sorpassa in forza elettro-motrice le pile ad acido nitrico più energiche, senza che sia venuta meno la costanza nell'azione, e senza che venga alterata la condizione di riottenere con facilità ed economia le materie prime impiegate.

SULLA COMPOSIZIONE DEI SUCCHI CONTENUTI IN ALCUNE GLANDULE;

E. V. GORUP-BESANEZ.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII. 1.)

Crediamo cosa utile riferire testualmente le conclusioni che l'A. deduce dal suo lavoro su questo soggetto importante.

1° Le così dette glandule dei vasi sanguigni il timo, la tiroidea e la milza, come pure il fegato e il pancreas contengono, quali più quali meno, della leucina. Si deduce da ciò, che questo corpo è molto sparso nel sistema glandulare essendosi inoltre trovato da Frerichs, Staedeler e Cloetta nelle glandule salivali, nelle glandule della linfa, nel polmone e nel cervello.

La leucina si trova in quantità maggiore nel pancreas, e ciò d'accordo colle osservazioni di Virchow, Frerichs e Staedeler.

2° La tirosina non accompagna costantemente la leucina nell'organismo. Io ho potuto trovarla solo una volta nel pancreas. Sembra che in alcune circostanze, come anche c'insegnano Frerichs e Staedeler, essa possa rinvenirsi più di frequente, ma nemmeno questi osservatori l'hanno trovata costantemente insieme alla leucina.

Sembra che anche nell'organismo si manifestino condizioni analoghe a quelle che hanno luogo nella produzione della tirosina e della leucina trattando gli albuminoidi cogli alcali caustici, nel qual caso dipende specialmente dalla durata del riscaldamento l' ottenersi della tirosina insieme alla leucina; giacchè per una reazione ulteriore la tirosina stessa rimane distrutta.

3° Nella milza insieme alla leucina si trova probabilmente un corpo omologo ad essa, ed un' altra sostanza che contiene 9,09 p. $^0/_0$ di azoto, composizione che si ravvicina molto a quella che Frerichs e Staedeler hanno trovato per il corpo cristallizzato, molto somigliante alla tirosina e probabilmente omologo ad essa, che essi hanno rinvenuto nell'orina, e che contiene 8,83 p. $^0/_0$ di azoto.

4° Nel pancreas del bove si trova in quantità assai notevole un corpo omologo alla leucina e molto somigliante ad essa, avente per

formula $C^{10}H^{11}NO^{4}$. Non si è potuto sinora determinare se esso si trovi costantemente in tale glandula, o se vi comparisca solo in certe condizioni.

Dalle mie osservazioni come da quelle dei surriferiti sperimentatori sembra risultare, che tanto la leucina che la tirosina hanno tendenza ad associarsi ai corpi loro omologhi.

5° L'esistenza dell'ipossantina di Scherer è stata riconosciuta con sicurezza nella milza, nel timo e nella tiroidea; l'acido urico invece si è ritrovato nella milza, ma non già nelle altre glandule esaminate.

6° In tutte le glandule sottoposte all'esperienza si contenevano acidi volatili della formula $C^{n}H^{n}O^{4}$. Nel timo si trova specialmente dell'acido formico e dell'acido acetico, e questo acido in quantità predominante al primo.

7° Nella glandula timo del vitello, nella milza e nella tiroidea del bove si rinviene acido succinico; nel fegato, nel pancreas e nei polmoni, questo acido è stato ricercato inutilmente.

8° Tutte le glandule esaminate contengono acido lattico in piccola quantità.

9° I materiali inorganici della glandula timo del vitello sono per la massima parte formati da fosfati e cloruri alcalini. La quantità della potassa ascende a circa il triplo di quella della soda; l'acido fosforico è circa il doppio del cloro. La proporzione della magnesia supera quella della calce; nel timo non si trovano che tracce di acido solforico. Questi rapporti concordano molto con quelli che si osservano fra le qualità dei diversi componenti delle ceneri della carne.

10° Non fu possibile rinvenire nelle glandule sottoposte all'esame, creatina, creatinina, inosite, zucchero, urea, glicocolla, acido inosico.

Cercando ora di apprezzare fisiologicamente questi dati, ci troviamo condotti alla conclusione che essi sono invero adattati a spargere qualche raggio di luce nella oscura questione delle metamorfosi della materia organica; ma che tal luce non vale ad altro che a far viemaggiormente risaltare quanto grande sia il campo che tuttora rimane ignoto. Infatti ciò che la fisiologia guadagna dalle esperienze eseguite si restringe a poco, e sembra con ciò che si abbiano acquistate nozioni utili più che a sciogliere singole questioni, a promuoverne delle nuove. Dalle

mie osservazioni come da quelle di Frerichs e Staedeler sembra risultare ad evidenza che la trasformazione della materia, che ha luogo nel tessuto muscolare, sia essenzialmente diversa da quella che si manifesta nel sistema glandulare della sfera vegetativa; almeno solo per tal modo può intendersi perchè nei succhi glandulari manchino precisamente i materiali essenziali dei liquidi della carne muscolare, creatina, creatinina, acido inosico; mentre d'altra parte nei liquidi glandulari non si rinviene, nè leucina, nè tirosina. Siccome poi abbiamo dati sufficienti per ammettere che la leucina e la tirosina, e i loro omologhi provengono dagli albuminoidi, giacchè anche artificialmente possiamo ottenerli da questi corpi, colla fermentazione, colla putrefazione e coll' azione degli acidi e degli alcali; così sembra potersi concludere, che in quegli organi nei quali tali corpi si ritrovano in maggiore abbondanza, abbia luogo una trasformazione più rapida, una distruzione più energica degli albuminoidi stessi, e che perciò la decomposizione dei corpi proteici nell' organismo sia analoga a questa, che noi determiniamo cogli agenti chimici. È chiaro inoltre che se gli albuminoidi in questi organi si trasformano realmente nel modo ammesso, insieme alla leucina debbonsi rinvenire anche altri corpi risultanti dagli albuminoidi, come la leucina e la tirosina, od anche da ulteriori trasformazioni di queste ultime. Con ciò si potrebbe spiegare perchè colla leucina troviamo sempre corpi, come gli acidi volatili, che si possono con facilità ottenere da essa artificialmente. Si potrebbe anche con ciò intendere la presenza dell'inosite (osservata da Cloetta), quella dell'acido succinico, dell'ipossantina e dell'acido urico se conoscessimo alcuni termini che disgraziatamente ci sono tuttora ignoti, e se avessimo dati più esatti sulla costituzione della tirosina, dell'inosite e degli albuminoidi stessi. Fino che però quest'ultima conoscenza ci manca non possiamo pensare a rappresentarci chiaramente le trasformazioni della materia nell'organismo, nè sperare di potere intendere come l'ipossantina, l'acido urico, l'inosite, e l'acido succinico accompagnino la leucina.

Egualmente riesce impossibile decidere se la leucina, la tirosina, o l'inosite prendano parte alla produzione della bile. Siccome la glicocolla è un termine che appartiene alla serie della leucina, ed esiste nell'acido colico, si potrebbe con certa verosomiglianza am-

mettere che risultasse da una successiva trasformazione della leucina, la quale fornirebbe così uno dei componenti della bile, e ciò sarebbe tanto più ammissibile dopo che è stato trovato nel pancreas il corpo $C^{10}H^{11}NO^{4}$, che rappresenta un termine di passaggio dalla leucina alla glicocolla.

Tutte queste questioni sono però fisiologiche, e saranno risolute quando il fisiologo si unisca al chimico, ed abbia imparato a valersi delle armi di questo.

Le questioni, che possono essere mosse dalle ricerche precedenti sugli organi glandulari conducono tutte al problema cardinale: qual è la costituzione degli albuminoidi?

In tutte le ricerche dirette a spiegare la trasformazione della materia nell'organismo si tornerà sempre su questa questione finchè non sia risoluta. La produzione della bile e la costituzione degli albuminoidi sono come la chiave di tutto il chimismo della vita.

SULLA QUANTITÀ DI ACQUA E DI GRASSO CONTENUTI NEL LATTE DI CAPRA NEI DIVERSI PERIODI DEL GIORNO; W. WICKE.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII 124.)

ESTRATTO

Dalle analisi del latte di vacca riferito in questo stesso volume a pag. 259 risulta che la quantità della materia grassa che si trova nel latte varia a seconda delle diverse ore del giorno, e che essa aumenta andando dalla mattina verso la sera.

Secondo le analisi di Wicke il latte di capra subisce pure delle variazioni giornaliere nella sua composizione, ma esse non presentano la stessa regolarità osservata nel latte di vacca. In media si osserva che la quantità di burro contenuto nel latte di capra aumenta durante il giorno, ma può anche accadere che il latte della mattina sia il più ricco di burro, e quello della sera sia quello che ne contiene la minor quantità.

La quantità dei sali e dello zuccaro di latte non sembra subire variazioni nelle diverse ore del giorno.

Ecco i numeri ottenuti dall'A. come media di molte determinazioni:

100 parti di latte di capra contengono

	Acqua	*Burro*	*Sali*	*Zuccaro di latte.*
Latte della mattina . .	84,892	4,607		
Latte del mezzogiorno. .	84,964	4,946	0,47	4,415.
Latte della sera	84,436	5,224		

In media di 20 determinazioni 100 parti di latte di capra hanno dato 84,65 p. di acqua, e come media di 22 analisi 4,92 p. di burro. Payen ottenne dal latte di capra 4,08 di materie grasse.

Le esperienze riferite sono state fatte nel gennaio, e l' A. osserva che le quantità massime di burro (6,74 e 6,76 p. $_0/^0$) si trovavano nel latte in due giorni, nei quali la temperatura dell'atmosfera era molto bassa.

SOPRA LA SOLUBILITÀ DELLE OSSA NELL'ACQUA; WOHLER.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII 143.)

Estratto

Se si lascia per qualche tempo in contatto dell'acqua della polvere di ossa, quale s'impiega per gli usi agronomici siccome ingrasso, si osserva che una certa quantità di fosfato di calce e di magnesia sono passati in soluzione. Ciò accade anche se si adopera acqua privata interamente di acido carbonico per mezzo della ebollizione. Se si continua a far passare acqua attraverso la polvere di ossa per alcuni mesi, si osserva che l'acqua sempre contiene fosfati, e che la quantità di essi sembra aumentare a mano a mano che la materia organica delle ossa entra in putrefazione.

Queste osservazioni non sembrano senza valore per l' agronomia, giacchè mostrano che le ossa senza nessuna preparazione artificiale cedono all'acqua i fosfati che contengono, e così li forniscono gradatamente al suolo in quello stato in cui questi sali possono essere utili alla vegetazione. Esse mostrano inoltre che per adoperare le ossa come ingrasso basta forse lasciarle ammonticchiate assieme durante l'estate, avendo cura di mantenerle allo stato umido.

AZIONE DELL'ACIDO SOLFORICO CONCENTRATO SUL PRUSSIATO DI POTASSA; C. GRIMM. e G. RAMDOHR.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII. 127.)

ESTRATTO

Secondo Fownes, riscaldando 1 p. di prussiato di potassa polverizzato con 9 p. di acido solforico concentrato si ottiene dell'ossido di carbonio molto puro, il quale contiene solo verso la fine dell'operazione un poco di acido solforoso, ma è scevro di acido carbonico. Gli autori non hanno confermato interamente quest'asserzione, giacchè hanno trovato che, operando nel modo prescritto dal chimico inglese, sulle prime si sviluppa costantemente insieme all' ossido di carbonio dell' acido carbonico e dell'acido solforoso; in seguito si sviluppa però dell'ossido di carbonio chimicamente puro. L' analisi eudiometrica del gas ottenuto in questa reazione dimostra che 100 volumi di gas contengono 11,79 volumi di acido carbonico e di acido solforoso, e 88,21 vol. di ossido di carbonio.

Quando si riscalda un miscuglio di prussiato di potassa e di acido solforico nelle proporzioni sopra indicate, si giunge ad un punto nel quale il liquido comincia a spumare e a fornire abbondante sviluppo gassoso, è bene allora sospendere il riscaldamento fino che lo sviluppo spontaneo del gas non abbia cessato.

In questa operazione il prussiato di potassa si trasforma dapprima in una massa bianca cristallina, poi si discioglie interamente, ed alla fine deposita delle lamine perlacee risplendenti, che sono costituite da solfato di potassa e solfato di sesquiossido di ferro. Nella soluzione acida rimane del solfato di potassa e del solfato d'ammoniaca.

Avendo cura di lavare l' ossido di carbonio attraverso una soluzione di potassa, questo metodo può essere impiegato per ottenere facilmente dell' ossido di carbonio puro, ed in quantità abbondante. Da circa $^1/_2$ oncia di prussiato, gli A.A. hanno ottenuto 250 pollici cubici di gas puro.

SULLE COMBINAZIONI DELL'ACIDO FOSFOSMOLIDDICO CON ALCUNE BASI;

M. SELIGSOHN.

(*Journ. für p. Chem.* LXVII. 470)

ESTRATTO

È noto che quando si trovano disciolti in un liquido acido dell'ammoniaca, dell'acido moliddico e dell'acido fosforico, si forma un precipitato giallo, reazione che è stata proposta per iscoprire la presenza dell'acido fosforico, ed anche per determinarlo quantitativamente.

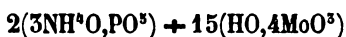
Non essendosi fino qui fatta un' analisi completa di questa combinazione, l' A. ha ripreso il suo esame ed ha determinato direttamente tutti i singoli componenti. Esso ha inoltre ottenuto ed analizzato alcune nuove combinazioni formate dal fosfo-moliddato d'ammoniaca con vari ossidi metallici.

La combinazione di acido fosforico, acido moliddico ed ammoniaca fu ottenuta facendo digerire con acqua la massa, che si forma fondendo il moliddato di piombo nativo, con carbonato di soda, separando i moliddati che si depositano quando si aggiunge

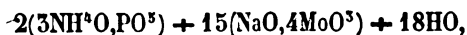
al liquido un eccesso di acido idroclorico ed un poco di acido nitrico, e mescolando infine alla soluzione del sale ammoniaco e poi del fosfato di soda.

Il precipitato giallo così preparato è stato disseccato a 100 gradi, quindi analizzato.

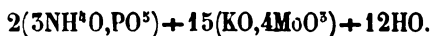
L'A. deduce dai resultati ottenuti la formula

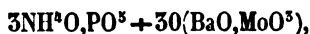
$$2(3NH^4O,PO^5) + 15(HO,4MoO^3)$$

per rappresentare la composizione di questo composto, che sarebbe una specie di sale doppio contenente due acidi diversi.

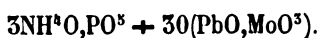
Se si tratta la combinazione precedente con un eccesso di soluzione molto diluita di acetato di soda, essa si discioglie completamente. Evaporando la soluzione si sviluppa acido acetico ed un poco d'ammoniaca, e ad un certo grado di concentrazione il liquido si rapprende ad un tratto in un magma di cristalli risplendenti che, dopo essere stati lavati con alcole costituiscono la combinazione pura. Il composto disseccato si presenta al microscopio come un aggregato di aghi asbestiformi; contiene ammoniaca, soda, acido fosforico, acido moliddico ed acqua. È insolubile nell' alcole, solubile in un eccesso di acqua bollente, che acquista reazione acida. In contatto degli acidi riproduce subito, specialmente coll'aiuto del calore, la combinazione gialla. Col riscaldamento si fonde, e si rapprende poi raffreddandosi in una massa cristallina. La formula che corrisponde meglio ai risultati forniti dall'analisi di questo composto è

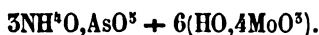
$$2(3NH^4O,PO^5) + 15(NaO,4MoO^3) + 18HO,$$

che presenta la più grande somiglianza colla formula del composto giallo.

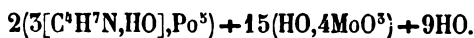
Facendo digerire il composto ammoniacale con un eccesso di acetato di potassa, ed evaporando la soluzione, si sviluppa acido acetico e si separa una polvere bianca, che contiene potassa invece di soda. Questo composto differisce dal precedente per avere una struttura meno cristallina. Arroventandolo si fonde, e col raffreddamento si rapprende in massa cristallina; cogli acidi riproduce il composto giallo. La sua composizione può rappresentarsi con

$$2(3NH^4O,PO^5)+15(KO,4MoO^3)+12HO.$$

Facendo agire sulla combinazione gialla l' acetato di barite o quello di piombo si formano delle combinazioni che corrispondono alle precedenti, costituite da polveri bianche, e che cogli acidi riproducono il composto giallo. I rapporti dei loro componenti possono esprimersi, per la combinazione di barite, con

$$3NH^4O,PO^5+30(BaO,MoO^3),$$

e per quella di piombo con

$$3NH^4O,PO^5+30(PbO,MoO^3).$$

Se ad una soluzione ammoniacale bollente che contenga un poco di arseniato di soda e un eccesso di acido moliddico, si aggiunge dell'acido nitrico, si precipita com'è noto una combinazione gialla scoperta da Sonnenschein, che corrisponde al precipitato giallo ottenuto nelle stesse condizioni coll' acido fosforico. Dai dati sperimentali che si ottengono analizzando questo composto riesce difficile dedurre una formula; l'A. propone non ostante per rappresentare i rapporti dei componenti l'espressione seguente

$$3NH^4O,AsO^5+6(HO,4MoO^3).$$

L'A. ha esaminato ancora i precipitati gialli che si ottengono quando si aggiungono gl'idroclorati di etilammina e di trietilammina ad una soluzione acida contenente acido fosforico e acido moliddico. Il precipitato formato dall'etilammina differisce da quello prodotto dall'ammoniaca per avere un color giallo più pallido; ma presenta una composizione perfettamente corrispondente a quella del composto ricordato, giacchè può rappresentarsi colla formula

$$2(3[C^4H^7N,HO],Po^5)+15(HO,4MoO^3)+9HO.$$

Il precipitato ottenuto colla trietilammina contiene in media

Acido moliddico	78,94	per %
Acido fosforico	2,93	» »
Trietilammina e acqua	18,54	» »

SULL' INARGENTATURA E INDORATURA DEL VETRO;

J. LIEBIG.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII. 132)

ESTRATTO

L'autore ha fatto alcune ricerche affine di trovare un processo per inargentare il vetro a freddo allo scopo di ottenere degli specchi ottici perfetti. Il liquido col quale si raggiunge bene l' intento è una soluzione ammoniacale di nitrato d'argento, alla quale si aggiunge della potassa o della soda, ed una soluzione di zucchero di latte nell'acqua.

Una tal soluzione deposita l' argento alla superficie del vetro alla temperatura ordinaria sotto forma di specchio.

Per preparare il liquido necessario a questa operazione si disciolgono 10 grammi di nitrato d'argento fuso in 200 cent. cub. di acqua e si aggiunge al liquido tanta ammoniaca caustica quanta è necessaria per ottenere una soluzione chiara. Questo liquido si diluisce poco a poco con 450 c.c. di una soluzione di potassa a 1,05 D., o di una soluzione di soda a 1,035 D. Quando si aggiunge questa soluzione alcalina, alla soluzione ammoniacale di argento, si forma ordinariamente un precipitato bruno che si deve far sparire coll' addizione di nuova ammoniaca. Una volta che tutta la soluzione alcalina è stata mescolata al liquido si diluisce il miscuglio con acqua per modo che il volume totale sia di 1450 c.c. A questo punto si aggiunge alla soluzione del nitrato d'argento goccia a goccia sino che non si ottenga un forte precipitato grigio, che non sparisce coll' agitazione: dopo ciò si diluisce il liquido per ridurlo al volume di 1500 c.c.

Perchè questo liquido fornisca uno specchio puro, bisogna che non contenga ammoniaca libera, ma che questa sia completamente saturata dall' ossido d' argento. Il liquido alcalino adoperato deve poi essere affatto scevro di cloro. Quando si vuole adoperare la

soluzione per l'inargentatura si mescola con $^1/_{10}$ o $^1/_8$ del suo volume di una soluzione fatta con **1** p. di zucchero di latte e **10** p. d'acqua.

Per inargentare dei piccoli specchi di vetro piani, concavi o convessi si sospende il vetro, masticiandolo alla sua parte posteriore, entro un vaso di porcellana, di gutta-perca o di vetro, per modo che fra la superficie da inargentare ed il fondo del vaso vi sia uno spazio di un mezzo pollice, e si versa nel recipiente il liquido da inargentare che deve essere mescolato, immediatamente prima di adoperarlo, colla soluzione di zucchero di latte. La quantità di liquido che si adopera deve esser tale da toccare e bagnare completamente la superficie del cristallo.

La riduzione ha luogo immediatamente, il liquido si colora in bruno, la superficie del vetro diviene nera, e dopo un quarto d'ora specchiante: l'operazione è terminata quando la superficie del liquido che si trova fra gli orli del cristallo e le pareti del vaso è ricoperta da una pellicola bianca e risplendente. Tutto l'argento che si trovava disciolto si precipita e solo una ben piccola porzione rimane aderente al cristallo. Sopra una superficie di **226** pollici quadrati sono rimasti **49** milligr. di argento per modo che per una superficie di un metro quadrato si richiedono soltanto **2,**gr. **210** di argento.

Il cristallo inargentato deve essere estratto dal liquido e lavato con acqua distillata calda, poi posto a disseccare in luogo caldo. Questa operazione deve essere fatta colla precauzione di non toccare colle dita la superficie coperta dallo strato d'argento, perchè questo si staccherebbe facilmente sino che è umido. Quando è disseccato esso aderisce fortemente in modo che non vi è più pericolo di staccarlo; ciò non ostante è bene ricoprirlo con una vernice scolorita, che si ottiene sciogliendo nell'alcole la resina dammara.

L'A. osserva che vi sono difficoltà pratiche che rendono un poco difficile l'ottenere specchi perfetti. È specialmente difficile il pulir bene il vetro da inargentarsi. Esso deve poi essere bagnato completamente dal liquido che depone l'argento, e ciò si ottiene lavando con alcole la superficie del cristallo prima della immersione.

Il vetro da inargentare deve essere posto alla superficie del

liquido, e non al fondo, perchè in questo caso si ricoprirebbe di una quantità superflua d'argento.

Il vetro non può indorarsi durevolmente che a caldo. L'indoratura a freddo ha bel colore, ma lo strato metallico si stacca colla semplice lavatura con acqua. Si ottiene un liquido che serve ad indorare sciogliendo una quantità qualunque d'oro puro nell'acqua regia, aggiungendo alla soluzione per ogni grammo d'oro 292 milligr. di sal marino, evaporando il liquido a secco e riscaldando il residuo fino che tutto l'acido non si è volatilizzato. La combinazione doppia si scioglie poi nell'acqua in modo che 100 c.c. di liquido contengano esattamente 1 grammo di oro. Ciò fatto si prendono 50 c.c. di soluzione, e si mescolano con 20 c.c. di una liscivia di soda a 1,035 D. con 300 c.c. di acqua, poi si fa bollire il liquido in un pallone fino che non si è ridotto a 250 c.c. Si prendono inoltre altri 50 c.c. di soluzione d'oro a cui si uniscono 20 c.c. della soluzione di soda sopra ricordata e 250 c.c. di acqua, e si riscalda il liquido per un'ora nell'acqua bollente. Mescolando assieme queste due soluzioni si ottiene finalmente un liquido adattato per indorare. Quando si vuole indorare un vaso si riempie il decimo della sua capacità di un miscuglio di 2 p. di alcole e 1 p. di etere, e si finisce di empire colla soluzione d'oro tuttavia calda, poi si lascia il vaso nell'acqua calda che non oltrepassi 80°. In 10, o 12 minuti la superficie interna del vaso si ricopre con una pellicola specchiante di oro, e si considera che l'operazione sia terminata quando le pareti del cristallo per luce incidente sono opache, o hanno un color verde cupo.

Il miscuglio così preparato lascia depositare l'oro aderente al vetro, ma la più piccola differenza nella composizione del liquido fa sì che l'oro che si precipita rimanga sospeso nel liquido. L'A crede perciò che difficilmente potrà impiegarsi in grande questo metodo d'indoratura, perchè troppo spesso fallisce nella sua applicazione. Il liquido per indorare deve essere preparato recente; 24 ore dopo che è stato preparato non è più conveniente per l'operazione.

SULLA DETERMINAZIONE DEL RAME; T. FLEITMANN.

(*Ann. der Chem. u. Pharm.* XCVIII. 141)

ESTRATTO

Quando si vuol determinare il rame in soluzioni che non contengono acido nitrico, nè arsenico o antimonio, si precipita il rame per mezzo dello zinco puro, si elimina l'eccesso di zinco con acido solforico diluito, e quando il liquido contiene ferro si lava il precipitato metallico con acqua bollente, poi si discioglie in una soluzione acida di sesquicloruro di ferro. La soluzione del rame ha luogo molto rapidamente a spese del sesquicloruro, che si trasforma in due equivalenti di protocloruro. Si determina allora nel solito modo col permanganato di potassa la quantità di protocloruro formato, dalla quale si deduce la quantità di rame disciolto.

Nel caso in cui fosse inevitabile la presenza dell'acido nitrico che ritarderebbe la precipitazione del rame, si aggiunge al liquido un eccesso d'ammoniaca, che precipita gli ossidi di ferro, ed anche se vi fossero quelli di bismuto, di piombo; poi si precipita il rame dalla soluzione ammoniacale al solito modo per mezzo della tornitura di zinco.

Se il rame fosse accompagnato, come spesso avviene, dall' arsenico si trasforma questo corpo in acido arsenico, si aggiunge al liquido ammoniaca in eccesso, si precipita l'acido arsenico col solfato di magnesia, e si tratta come sopra la soluzione filtrata.

METODO PER RICERCARE IL FOSFORO NEI CASI DI AVVELENAMENTO;

DI E. MITSCHERLICH.

(*Journal de Pharmacie et de Chimie.* XXIX. 353).

ESTRATTO

Il metodo che l'A. descrive per ricercare il fosforo nei casi di avvelenamento, consiste nel distillare in un pallone di vetro messo in comunicazione con un serpentino pure di vetro le materie sospette, dopo averle stemperate in una conveniente quantità di acido solforico allungato. Quando havvi fosforo libero, si osserva costantemente che l'apparecchio si riempie di fumi bianchi luminosi nell'oscurità, ed inoltre si trovano al fondo de'globettini di fosforo: ciò che avviene anche quando il liquido non contiene più di un centigrammo di tale sostanza. In un'esperienza in cui l'A. aveva messo in 90 grammi di acido allungato un po' di farina contenente $\frac{1}{100000}$ di fosforo ha osservato, anche dopo 15 giorni che il liquido era rimasto in contatto dell'aria, prodursi colla distillazione l'atmosfera luminosa. Quando poi la quantità di fosforo è maggiore, si trova dell'acido fosforoso nel liquido condensato nel recipiente. L'A. avendo d'altra parte distillati liquidi che contenevano acido fosforoso e fosforico, nell'acqua del recipiente non ha trovato traccia di acido fosforoso. Conclude perciò: se, così distillando una materia sospetta, si osserverà un'atmosfera luminosa nell'oscurità, si troveranno de' globettini di fosforo, o nella parte distillata dell'acido fosforoso, questi fatti indicheranno che quella materia conteneva del fosforo libero.

SULL'OLIO ESSENZIALE CONTENUTO NELL'ALCOLE DI ROBBIA;

F. JEANJEAN.

(*Comptes rendus*. XLII. 857.)

ESTRATTO

L'autore ha raccolto dall' alcole di robbia un liquido più leggiero dell'acqua, che lascia col tempo deporre delle piccole lamine cristalline; esso è costituito da diverse sostanze eterogenee, alle quali l'alcole deve il suo odore sgradevole caratteristico.

Distillando questo liquido e frazionando i prodotti, che si volatilizzano alla stessa temperatura, l'A. ottenne gli alcoli propionico, butirico, amilico, de'quali verificò i principali caratteri. Spingendo la temperatura a 230°, ottenne una sostanza, la quale si condensò in parte nel collo della storta, formando una massa bianca solida, e che convenientemente depurata fornì all' analisi dei numeri che conducono al rapporto $C^{20}H^{18}O^{2}$ formula della canfora di Borneo, della quale offre tutti gli altri caratteri.

Distillata sopra il cloruro di zinco, ovvero sopra l'acido fosforico anidro, dà origine ad un idrogeno carbonato, che ha un odore misto d'essenza di cedro e di bergamotta. Fatto bollire con acido azotico, si trasforma in canfora ordinaria, *laurus camphora*, come venne osservato da Pelouze sopra un' identica sostanza di altra derivazione.

L'analogia suggerì all'A. che la deposizione delle laminette cristalline nell'essenza bruta avesse luogo per l'idratazione di un idrogeno carbonato ivi esistente, come si osserva nella canfora solida di Borneo ricavata da altre sorgenti. Infatti depurando diligentemente la materia distillata al dissopra di 140° ottenne un liquido che bolle a 160°, ed ha l'odore dell'essenza di robbia. L' analisi assegna a questo corpo la formula $C^{20}H^{16}$ corrispondente a 4 volumi di vapore; identico perciò al *borneeno*, e come questo isomero coll'essenza di trementina.

La piccola quantità di materia non permise all'A. di determinarne l'azione sulla luce polarizzata. La canfora devia a sinistra il piano di polarizzazione della luce di una quantità $= -34,5$ per una lunghezza di 100 millimetri, altro carattere che stabilisce l'identicità di questa canfora con quella di Borneo.

SUL POTERE ROTATORIO DELLO ZUCCHERO DI FECOLA;

A. BECHAMP.

(*Comptes Rendus*. XLII. 896.)

ESTRATTO

A pag. 232 del T. III di questo giornale riportammo in estratto una nota dell'A. nella quale ha cercato di spiegare la causa probabile a cui riferire il duplice potere rotatorio dello zucchero di fecola appoggiando la sua asserzione ai risultati di varie esperienze ripetutamente eseguite. Le conclusioni dedotte in questa nota dall'A. non parvero soddisfacenti a Dubrunfaut, perchè discordanti secondo lui dalla spiegazione che altra volta diede sopra il medesimo fenomeno (1).

Ora l'A. ritornando sull'argomento riduce a termini più concisi la questione, e corroborandola di nuove e più esatte esperienze viene alla stessa conclusione, molto probabile, che cioè lo zucchero di fecola debba la variabilità del suo potere rotatorio ad una disidratazione che esso subisce in seno dell'acqua rapidamente a caldo, con lentezza a freddo.

Non dimentica l'A. nelle sue esperienze di appianare la difficoltà esposta da Dubrunfaut, di potere cioè disidratare lo zucchero cristallizzato senza fargli subire una parziale fusione; dal qual fatto dipenderebbe secondo questo chimico esclusivamente il pas-

(1) Nuovo Cimento. III. 268.

saggio del potere rotatorio più elevato e variabile dello zucchero, al più basso ed invariabile.

Del resto l'A. dichiara esplicitamente che egli non intende fare della sua teoria un'applicazione generale agli zuccheri di qualunque derivazione, ed a tal fine descrisse nella sua comunicazione il metodo con cui venne preparato quello a cui si riferivano le sue osservazioni.

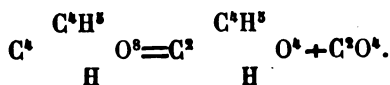
SULLA PRODUZIONE DELL'ETERE FORMICO; A. H. CHURCH.

(*Philosophical Magazine* (4.ª *S.*ª) II. 527.)

L'acido ossalovinico $C^8H^6O^8$ subisce in certe condizioni una metamorfosi molto interessante. Nella stessa guisa che l'acido ossalico riscaldato con pietra pomice, con sabbia, ovvero, come è stato recentemente indicato da Berthelot, colla glicerina, produce acido formico ed acido carbonico, secondo l'equazione seguente

$$C^4H^2O^8 = C^2H^2O^4 + C^2O^4,$$

allo stesso modo l' acido ossalovinico trattato in un modo analogo, produce formiato di etile ed acido carbonico

$$C^4 \begin{matrix} C^4H^5 \\ H \end{matrix} O^8 = C^2 \begin{matrix} C^4H^5 \\ H \end{matrix} O^4 + C^2O^4.$$

L'acido ossalovinico anche allo stato greggio, quale si ottiene decomponendo il suo sale di potassa con una quantità equivalente di acido solforico, riscaldato a 100° in contatto della glicerina somministra una quantità così grande di etere formico, che un tal metodo di preparazione è forse il più conveniente per ottenere questo ultimo prodotto.

Il formiato d'etile ottenuto col metodo sopra descritto presenta

lo stesso odore, lo stesso punto di ebollizione e la stessa densità di quello che è stato preparato coi metodi ordinari. Tuttavia per maggiormente convincersi della identità dei due corpi l'A. ha fatto un'analisi dell'etere formico ottenuto per mezzo dell' acido ossalo-vinico, la quale condusse ai seguenti risultati

	Calcolo	*Esperienza*
Carbonio	48,68	48,7
Idrogeno	8,10	8,0.

L'A. avendo sottoposto alle stesse esperienze l'acido ossalometilico, ottenne un prodotto che aveva i principali caratteri del formiato di metile.

NECROLOGIA

Dobbiamo deplorare una nuova perdita che le scienze fisico-matematiche hanno fatto recentemente in Italia. Moriva il 9 luglio 1856 in Torino il conte Amedeo Avogadro già professore di fisica sublime nella R. Università di Torino, e uno de' più onorandi cittadini universalmente stimato per la modestia e la semplicità de' costumi. Scrisse molte memorie sul calorico specifico dei vapori e degl'atomi dei corpi composti, sulla legge della compressibilità dei gas, ecc. ecc., e, nella storia delle scienze, saranno sempre ricordati gli studi di Avogadro sui volumi atomici, e sulla loro relazione colle affinità chimiche e col posto che occupano i corpi nella serie elettro-chimica, come i primi tentativi fatti in questo ramo importante di fisica molecolare. Avogadro fu pure uno dei primi, dopo la scoperta del galvanometro, ad occuparsi di studi elettro-chimici, e fece con Michelotti alcune esperienze importanti per la teoria chimica della pila. Rimangono quattro grossi volumi della fisica dei corpi ponderabili che l'Avogadro scrisse con quella diligenza ed estensione di cognizioni che si riscontrano in tutte le opere sue. Questi quattro volumi saranno sempre consultati con interesse da tutti i cultori delle scienze fisiche.

La morte del conte Avogadro priva il paese di un buon cittadino, la scienza di un illustre cultore e gli amici d'un uomo di cuore e di mente impareggiabili.

I Compilatori.

(*Tavola della memoria di* L. Bombicci. *Pag.* 265, *lin.* 31)

VALORE DI ALCUNI ANGOLI DEI CRISTALLI D'ORTOSE DELL'ELBA.

Angolo	Valore
M : M.	**119°, 45'**
M : g'.	**120°, 22', 45''**
P : a'.	**129°, 80'**
$b^1/_2$: a'.	**153°.**
M : g^2	**148°, 22', 45''**
P : h'	**115°, 5'**
g' : g^2	**152°.**
a' : $a^1/_2$	**150°, 2', 45''**
$a^1/_2$: h'	**145°, 2', 45''**
M : h'	**149°, 67', 45''**
a' : h'	**115°.**
g' : g'	**90°.** nei cristalli emitropi
M : a'	**115°.** (?)
M : P	**68°.**
M : $a^1/_2$	**131°.**
P : $a^1/_2$	**99°.**
P : $b^1/_2$	**124°.**
g' : $b^1/_2$	**116°.**
g' : a'	**128°.**
M : $b^1/_2$	**124°.**
g' : h'	**90°.**

Notazioni secondo DUFRENOY.

M.	Facce del prisma monoclino.
P.	Basi.
h'	Prime facce laterali.
g'	Secondo facce laterali.
g^2	Secondo prisma verticale.
a'	Primo prisma orizzontale.
$a^1/_2$	Altro primo prisma orizzontale.
$b^1/_2$	Facce ottaedriche.

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL III VOLUME.

Memorie Originali

Estratti e Traduzioni

Pag.	Linea	ERRORI	CORREZIONI
21	25	Resulta di queste	Resulta da queste
26	22	è misurato da	è misurato, per un peso di 34gr. di muscolo di rana, da
58	17	precedente equazione. Si	precedente equazione, si
76	8	molecolare di in coibente	molecolare di un coibente
92	15	Ponendo $R = 1400$ K,	Ponendo $R = 4100$ K,
»	26	di cui si occupiamo.	di cui ci occupiamo.
114	17	L'A. ha tentato di costituire	L'A. ha tentato di sostituire
»	23	$2C^4N^2Hg^2 \times O^4 + KI$.	$2C^4N^2Hg^2O^4 + KI$.
143	9	$C^4(H^2Ba^2)\ 2O^4\ SO^5$	$C^4(H^2Ba^2)\ O^4 2SO^3$
»	24	$C^2(H^2Ag^4)\ 4SO^5$	$C^2(H^2Ag^2)\ 4SO^3$
148	12	; $C^2H^2(C^{23})\ (S^2$ ecc.	$C^2H^2(C^2O^3)\ (S^2$ ecc.
156		A. MILNE EDWARS.	A. MILNE EDWARDS.
160	11	per eseguirla	per eseguirle
185	30	col solo positivo	col polo positivo
»	33	di uno stato liquido	di uno strato liquido
237		MEMORIA DI MUSOLEY	MEMORIA DI MOSELY
»	33	Idem.	Idem.
238	4-5,17-18	Idem.	Idem.
245	2	solfato d'ammoniaca	solfato d'allumina
264	28	dalle P, 4'	dalle P, a'
»	31	i valori seguenti —	i valori seguenti — (V. Tav. pag. 474)
282	25	Sabbia guarzosa	Sabbia quarzosa
408	13	ed abbondante	ed abbandonato
415	37	introdotto	introdotta

				ERRATA	CORRIGE
Pag.	287	*Linea*	23 —	della	dalla
»	»	»	27 —	Krystaslgestalten	Krystallgestalten
»	»	»	29 —	Matth. Hat	Math: Nat.
»	»	»	» —	Clasre der K: K. HK.	Classe der KK. AK.
»	»	»	32 —	des	der
»	297	*Numero*	32 —	$:\frac{13}{2}c$	$\frac{13}{5}c$
»	303	»	63 —	$-\frac{\frac{11}{7}P\frac{11}{7}}{2}$	$-\frac{\frac{11}{7}P.}{2}$
»	»	»	64 —	$-\frac{\frac{13}{8}P\frac{13}{8}}{2}$	$-\frac{\frac{13}{8}P}{2}$
»	»	»	70 —	$-\frac{9}{4}R^{\frac{9}{4}}$	$-\frac{9}{4}R$
»	311	»	103 —	$:\frac{1}{8}b$	$:\frac{1}{8}b$
»	310	»	109 —	$h^{\frac{5}{3}}$	$b^{\frac{5}{3}}$
»	311	»	110 —	$\frac{10}{3}a$	$\frac{10}{3}a'$
»	»	»	» —	$-\frac{\frac{13}{20}P13}{2}$	$-\frac{\frac{13}{20}P\frac{13}{7}}{2}$
»	319	»	143 —	$:\frac{1}{7}a'$	$:\frac{1}{7}a$
»	»	»	146 —	$\frac{12P\frac{12}{13}}{2}$	$\frac{12P\frac{24}{13}}{2}$
»	»	»	147 —	$\frac{13P\frac{13}{3}}{2}$	$\frac{13P\frac{13}{7}}{2}$
»	321	»	151 —	$\underline{\frac{4}{3}P2}$	$\frac{4}{5}P2$
»	»	»	155 —	$-\frac{2}{3}R^{\frac{3}{7}}$	$-\frac{2}{3}R^{\frac{7}{3}}$

				Errata	Corrige
Pag.	323	*Numero*	169 —	$24\frac{12}{11}$	$22\frac{12}{11}$
»	»	»	165 —	$-\frac{10P\frac{10}{7}}{2}$	$-\frac{5P\frac{10}{7}}{2}$
»	324	»	180 —	$b^1 b^{\frac{11}{7}} d^{\frac{1}{2}}$	$b^1 d^{\frac{11}{7}} d^{\frac{1}{2}}$
»	325	»	179 —	2_2	2 2
»	326	»	182 —	$b^5 d^{\frac{4}{5}} d^{\frac{1}{2}}$	$b^1 d^{\frac{4}{5}} d^{\frac{1}{2}}$
»	»	»	187 —	$b^1 b^{\frac{8}{15}} d^{\frac{1}{2}}$	$b^1 d^{\frac{8}{15}} d^{\frac{1}{2}}$
»	326	»	188 —	20 17 $\overline{20}$	20 17 $\overline{10}$
»	328	»	200 —	$b^1 b^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{6}}$	$b^1 d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{16}}$
»	329	»	195 —	I_2	I 2
»	330	»	207 —	$b^{\frac{1}{4}} d^1 d^{\frac{1}{6}}$	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{1}{6}}$
»	»	»	208 —	$b^{\frac{1}{2}} b^1 h^{\frac{2}{11}}$	$b^{\frac{1}{2}} d^1 d^{\frac{2}{11}}$
»	333	»	211 —	$\frac{\frac{23}{11}P\frac{23}{12}}{2}$	$-\frac{\frac{23}{11}P\frac{23}{12}}{2}$
»	»	»	212 —	$\frac{\frac{16}{7}P\frac{16}{9}}{2}$	$-\frac{\frac{16}{7}P\frac{16}{7}}{2}$
»	»	»	213 —	$-\frac{17}{7}R^6$	$-\frac{2}{5}R^6$
»	»	»	» —	$\frac{\frac{12}{5}P\frac{12}{7}}{2}$	$-\frac{\frac{12}{5}P\frac{12}{7}}{2}$
»	»	»	214 —	$:\frac{1}{4}$	$:\frac{1}{4}b$
»	334	»	228 —	$a^{\frac{33}{5}}$	$a\frac{33}{5}$
»	336	»	232 —	27 1 8	27 1 1

		Errata	Corrige
Pag. 336	*Numero* 232 —	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{9}{20}}$	$b^{\frac{1}{2}}\, d^1\, d^{\frac{9}{10}}$
» 338	» 250 —	$15\; 3\; \bar{8}$	$15\; \bar{5}\; \bar{8}$
» 341	—	esacisottaedrici (*a*)	esacisottaedrici (*b*)
» 343	» 267 —	$\frac{P\frac{6}{5}}{2}$	$\frac{4P\frac{6}{5}}{2}$
» 344	» 280 —	$b^{\frac{1}{8}}\, d^1\, d^{\frac{9}{10}}$	$b^{\frac{1}{8}}\, d^1\, d^{\frac{1}{10}}$
» »	» 281 —	$b^{\frac{1}{8}}\, d^1\, d^{\frac{3}{02}}$	$b^{\frac{1}{8}}\, d^1\, d^{\frac{3}{20}}$
» 345	—	esacisottaedrici (*a*)	esacisottaedrici (*b*)
» 345	» 272 —	$-\frac{13P\frac{13}{7}}{2}$	$-\frac{\frac{13}{2}P\frac{13}{7}}{2}$
» »	» 275 —	$\frac{\frac{17}{21}P\frac{17}{10}}{2}$	$\frac{\frac{17}{9}P\frac{17}{10}}{2}$
» »	» 280 —	6_2	6 2
» 346-347	*Nota* (*) —	cho	che
» »	» (**) —	$20\bar{1}$, 110, $55\bar{4}$, $55\bar{9}$, $21\bar{1}$, $16\,10\,1\bar{1}$, $64\bar{5}$, $32\bar{4}$	$20\bar{1}$, $21\bar{1}$, $16\,10\,\bar{1}1$, $64\bar{5}$, $32\bar{4}$
» 348	—	WHEWEL	WHEWELL
» 349	*Numero* 293 —	$\frac{\frac{191}{91}P\frac{191}{99}}{2}$	$\frac{\frac{191}{61}P\frac{191}{99}}{2}$
» 352	» 314 —	$b^1\, b^{\frac{1}{16}}\, h^{\frac{1}{5}}$	$b^1\, b^{\frac{1}{16}}\, h^{\frac{2}{5}}$
» 353	» 319 —	$-\frac{\frac{25}{12}P\frac{25}{21}}{2}$	$-\frac{\frac{25}{12}P\frac{25}{23}}{2}$
» »	» 321 —	$\frac{3}{5}a'$	$\frac{3}{2}a'$
» 356	*Linea* 20 —	porzione	posizione

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DAI PROFESSORI

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA	PER LA CHIMICA
A. CIMA a Torino	C. BERTAGNINI a Pisa
G. B. DONATI a Firenze	S. CANNIZZARO a Genova
R. FELICI a Pisa	S. DE LUCA a Parigi.

Tomo III.

GENNAIO E FEBBRAIO

(Pubblicato il 22 Aprile)

1856

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
FRATELLI NISTRI

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL DOPPIO FASCICOLO.

MEMORIE ORIGINALI

ESTRATTI E TRADUZIONI

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DAI PROFESSORI

C. MATTEUCCI E R. PIRIA

COLLABORATORI

PER LA FISICA	PER LA CHIMICA
A. CIMA a Torino	C. BERTAGNINI a Pisa
G. B. DONATI a Firenze	S. CANNIZZARO a Genova
R. FELICI a Pisa	S. DE LUCA a Parigi.

Tomo III.

MARZO ED APRILE

(Pubblicato il 9 Giugno)

1856

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO I TIPOGRAFI-LIBRAI
FRATELLI NISTRI

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL DOPPIO FASCICOLO.

MEMORIE ORIGINALI

ESTRATTI E TRADUZIONI

IL NUOVO CIMENTO

GIORNALE DI FISICA, DI CHIMICA E SCIENZE AFFINI

COMPILATO DAI PROFESSORI

C. MATTEUCCI E **R. PIRIA**

COLLABORATORI

PER LA FISICA

A. CIMA a Torino
G. B. DONATI a Firenze
R. FELICI a Pisa

PER LA CHIMICA

C. BERTAGNINI a Pisa
S. CANNIZZARO a Genova
S. DE LUCA a Parigi.

Tomo III.

MAGGIO E GIUGNO

(Pubblicato il 26 Luglio)

1856

TORINO
PRESSO I TIPOGRAFI–LIBRAI
G. B. PARAVIA E C.ia

PISA
PRESSO I TIPOGRAFI–LIBRAI
FRATELLI NISTRI

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NEL DOPPIO VOLUME.

Memorie Originali

Estratti e Traduzioni

PATTI D'ASSOCIAZIONE

1° Del Nuovo Cimento si pubblica ogni mese un fascicolo di cinque fogli di stampa.

2° Sei fascicoli formeranno un volume, sicchè alla fine dell'anno si avranno due volumi, ciascuno de'quali di 30 fogli di stampa, sarà corredato di un indice.

3° Le associazioni sono obbligatorie per un anno, e gli Associati che per la fine di novembre non avranno disdetta l'associazione, s'intendono obbligati per l'anno successivo.

4° Il prezzo d'associazione per l'intiero anno è fissato come segue:

Per Torino a domicilio	Franchi	18
Stati Sardi per posta franco	»	20
Toscana; lire toscane 24; pari a . . .	»	20
Regno delle Due Sicilie, franco sino al confine, Ducati 4, gr. 80; pari a . . .	»	20
Lombardo-Veneto lire austriache 24, 70; pari a	»	21
Per i Ducati, Estense e Parmense . effettivi	»	20
Stato Pontificio scudi 4, baiocchi 60, pari a	»	24
Stati fuori d'Italia	»	25

La compilazione del Nuovo Cimento si fa a Torino ed a Pisa nel tempo stesso, dal Prof. R. Piria per la Chimica e le Scienze affini alla Chimica, dal Prof. C. Matteucci per la Fisica e le Scienze affini alla Fisica. L'amministrazione, la stampa e la spedizione sono affidate ai Tipografi-Librai G. B. Paravia e C. a Torino.

Per conseguenza le lettere relative a dimande di associazioni, a pagamenti, ed a tutto ciò che riguarda l'amministrazione del giornale dovranno esser dirette *franche di posta* a Torino. — *Alla Direzione del* Nuovo Cimento.

Le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici ed altri stampati riguardanti la Chimica dovranno pure dirigersi *franchi di posta* a Torino. — *Alla Direzione del* Nuovo Cimento.

Finalmente le corrispondenze, le memorie, i giornali scientifici e gli altri stampati di argomento spettante alla Fisica dovranno essere diretti *franchi di posta* a Pisa. — *Al Prof.* C. Matteucci.